MONATSHEFTE

FÜR

CHEMIE

UND VERWANDTE THEILE ANDERER WISSENSCHAFTEN.

GESAMMELTE ABHANDLUNGEN AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN
DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XII. BAND.

JAHRGANG 1891.

BIBLIOTHEK
DER WIRTHSCHAFTS-AKADEMIE

WIEN.
AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI F. TEMPSKY,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.
1892.

608.653-B.Neu-Per
12
1891

ÖSTERR. NATIONALBIBLIOTHEK
WIEN

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

Benedikt, R. und **Bamberger, M.**, Über die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf schwefelhaltige Substanzen 1

Emich, F., Über die Biguanide 5

— Notizen über das Guanidin. (Mit 1 Textfigur.) 23

Brauner, B., Volumetrische Bestimmung des Tellurs, eine massanalytische Studie, II. Theil. (Mit 1 Textfigur.) 29

Goldschmiedt, G. und **Egger, L.**, Über die Einwirkung von Cyankalium auf Opiansäureäthylester 49

— und **Jahoda, R.**, Über die Reactionsproducte von Benzylamin und Glycolchlorhydrin 81

Eder, J. M., Neue Banden und Linien im Emissionsspectrum der Ammoniak-Oxygenflamme. (Vorläufige Mittheilung.) (Mit 1 Textfigur.) 86

Hemmelmayr, F. v., Über die Methylenderivate des Harnstoffes und Thioharnstoffes 89

Valenta, E., Beitrag zur Kenntniss des Harzes von *Doona zeylanica* Thw. 98

Skraup, Zd. H., Über die Umwandlung der Maleïnsäure in Fumarsäure 107

— Zur Theorie der Doppelbindung 146

Hemmelmayr, F. v., Über die Oxydation der Natriumalkoholate durch den Sauerstoff der Luft 151

Herzig, J., Zur Kenntniss des Euxanthons 161

— Studien über Quercetin und seine Derivate (VI. Abhandlung) . 172

— Studien über Quercetin und seine Derivate (VII. Abhandlung) 177

Kraus, A., Methylirung des symmetrischen Orcins 191

Kostanecki, St. v., Über das Gentisin 205

Klauber, A., Über die Eigenschaften des α-Metaxylylhydrazins und seine Einwirkung auf Acetessigester 211

Horbaczewski, J., Beiträge zur Kenntniss der Bildung der Harnsäure und der Xanthinbasen, sowie der Entstehung der Leucocytosen im Säugethierorganismus. (Nach Versuchen, die zum Theile von den Herren Sadowenj, Mrazek und Formanek ausgeführt wurden.) 221

Seite

Exner, F., Elektrochemische Untersuchungen. (I. Mittheilung.) (Mit 5 Textfiguren.) 276
Georgievics, G. v., Oxydationsversuche in der Chinolinreihe 304
Kostanecki, St. v. und **Schmidt, E.**, Über das Gentisin. (II. Mittheilung.) 318
Natterer, K., Chemische Untersuchungen im östlichen Mittelmeere. I. 323
Lippmann, E. und **Fleissner, F.**, Über Einwirkung von Jodwasserstoff auf Chinin und das Isochinin 327
Kachler J., Über trockene Destillation von Silbersalzen organischer Säuren. (Mitgetheilt von **A. Lieben.**) 338
Kerry, R. und **Fränkel, S.**, Über die Einwirkung der Bacillen des malignen Ödems auf Kohlehydrate und Milchsäure. (II. Mittheilung.) 350
Glücksmann, C., Zur Kenntniss der β-Trimethyläthylidenmilchsäure . 356
Haitinger, L., Über die Emissionsspectra des Neodym- und Praseodymoxydes und über neodymhaltende Leuchtsteine. (Vorläufige Mittheilung.) (Mit 1 Textfigur.) 362
Kraus, A., Über die Einwirkung von salpetriger Säure auf Resorcindiäthyläther und Triäthylresorcin 368
Pomeranz, C., Über das Bergapten 379
Löw, M., Über äthylirten Salicylaldehyd 393
Lippmann, F., Über die Constitution des sogenannten Allylcyanides 402
Schindler, T., Über das Crotonaldoxim 410
Kwisda, A., Einwirkung von Jodwasserstoff auf einige Amidosäuren 419
Skraup, Zd. H., Über die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf Chinaalkaloide 431
Pum, G., Über den Benzoësäureester des Glycosamins 435
Bamberger, M., Zur Kenntniss der Überwallungsharze. (Mit 1 Textfigur.) 441
Reich, K., Über die Löslichkeit von Natriumcarbonat und -bicarbonat in Kochsalzlösungen. (Mit 2 Tafeln.) 464
Goldschmiedt, G., Zur Kenntniss der Opiansäure 474
— und **Jahoda, R.**, Über die in den Blumenblättern von *Gentiana verna* enthaltenen Substanzen 479
Rossin, O., Über Derivate der Metahemipinsäure 486
Koller, G., Über einige Derivate des Paraphenylbenzophenons . . . 501
Lippmann, E., Über die Darstellung der Homologen des Chinins . . 512
Neumann, G., Über die α-Orthozinnsäure 515
Strache, H., Quantitative Bestimmung des Carbonylsauerstoffes der Aldehyde und Ketone. (Mit 1 Textfigur.) 524
Hemmelmayr, F. v., Über eine neue aus dem Pyridin erhaltene Base 533
Haubner, G., Einwirkung der schwefeligen Säure auf Crotonaldehyd 541
Garzarolli Edler v. Thurnlackh, K., Über die γ-Trichlor-β-oxybuttersäure und eine neue Synthese der Äpfelsäure 556

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

Benedikt, R. und **Bamberger, M.**, Über die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf schwefelhaltige Substanzen 1

Emich, F., Über die Biguanide 5

— Notizen über das Guanidin. (Mit 1 Textfigur.) 23

Brauner, B., Volumetrische Bestimmung des Tellurs, eine massanalytische Studie, II. Theil. (Mit 1 Textfigur.) 29

Goldschmiedt, G. und **Egger, L.**, Über die Einwirkung von Cyankalium auf Opiansäureäthylester 49

— und **Jahoda, R.**, Über die Reactionsproducte von Benzylamin und Glycolchlorhydrin 81

Eder, J. M., Neue Banden und Linien im Emissionsspectrum der Ammoniak-Oxygenflamme. (Vorläufige Mittheilung.) (Mit 1 Textfigur.) 86

Hemmelmayr, F. v., Über die Methylenderivate des Harnstoffes und Thioharnstoffes 89

Valenta, E., Beitrag zur Kenntniss des Harzes von *Doona zeylanica* Thw. 98

Skraup, Zd. H., Über die Umwandlung der Maleïnsäure in Fumarsäure 107

— Zur Theorie der Doppelbindung 146

Hemmelmayr, F. v., Über die Oxydation der Natriumalkoholate durch den Sauerstoff der Luft 151

Herzig, J., Zur Kenntniss des Euxanthons 161

— Studien über Quercetin und seine Derivate (VI. Abhandlung) . 172

— Studien über Quercetin und seine Derivate (VII. Abhandlung) 177

Kraus, A., Methylirung des symmetrischen Orcins 191

Kostanecki, St. v., Über das Gentisin 205

Klauber, A., Über die Eigenschaften des α-Metaxylylhydrazins und seine Einwirkung auf Acetessigester 211

Horbaczewski, J., Beiträge zur Kenntniss der Bildung der Harnsäure und der Xanthinbasen, sowie der Entstehung der Leucocytosen im Säugethierorganismus. (Nach Versuchen, die zum Theile von den Herren Sadowenj, Mrazek und Formanek ausgeführt wurden.) 221

Seite

Exner, F., Elektrochemische Untersuchungen. (I. Mittheilung.) (Mit 5 Textfiguren.) 276
Georgievics, G. v., Oxydationsversuche in der Chinolinreihe 304
Kostanecki, St. v. und **Schmidt, E.**, Über das Gentisin. (II. Mittheilung.) 318
Natterer, K., Chemische Untersuchungen im östlichen Mittelmeere. I. 323
Lippmann, E. und **Fleissner, F.**, Über Einwirkung von Jodwasserstoff auf Chinin und das Isochinin 327
Kachler J., Über trockene Destillation von Silbersalzen organischer Säuren. (Mitgetheilt von **A. Lieben.**) 338
Kerry, R. und **Fränkel, S.**, Über die Einwirkung der Bacillen des malignen Ödems auf Kohlehydrate und Milchsäure. (II. Mittheilung.) 350
Glücksmann, C., Zur Kenntniss der β-Trimethyläthylidenmilchsäure . 356
Haitinger, L., Über die Emissionsspectra des Neodym- und Praseodymoxydes und über neodymhaltende Leuchtsteine. (Vorläufige Mittheilung.) (Mit 1 Textfigur.) 362
Kraus, A., Über die Einwirkung von salpetriger Säure auf Resorcindiäthyläther und Triäthylresorcin 368
Pomeranz, C., Über das Bergapten 379
Löw, M., Über äthylirten Salicylaldehyd 393
Lippmann, F., Über die Constitution des sogenannten Allylcyanides 402
Schindler, T., Über das Crotonaldoxim 410
Kwisda, A., Einwirkung von Jodwasserstoff auf einige Amidosäuren 419
Skraup, Zd. H., Über die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf Chinaalkaloide 431
Pum, G., Über den Benzoësäureester des Glycosamins 435
Bamberger, M., Zur Kenntniss der Überwallungsharze. (Mit 1 Textfigur.) 441
Reich, K., Über die Löslichkeit von Natriumcarbonat und -bicarbonat in Kochsalzlösungen. (Mit 2 Tafeln.) 464
Goldschmiedt, G., Zur Kenntniss der Opiansäure 474
— und **Jahoda, R.**, Über die in den Blumenblättern von *Gentiana verna* enthaltenen Substanzen 479
Rossin, O., Über Derivate der Metahemipinsäure 486
Koller, G., Über einige Derivate des Paraphenylbenzophenons . . . 501
Lippmann, E., Über die Darstellung der Homologen des Chinins . . 512
Neumann, G., Über die α-Orthozinnsäure 515
Strache, H., Quantitative Bestimmung des Carbonylsauerstoffes der Aldehyde und Ketone. (Mit 1 Textfigur.) 524
Hemmelmayr, F. v., Über eine neue aus dem Pyridin erhaltene Base 533
Haubner, G., Einwirkung der schwefeligen Säure auf Crotonaldehyd 541
Garzarolli Edler v. Thurnlackh, K., Über die γ-Trichlor-β-oxybuttersäure und eine neue Synthese der Äpfelsäure 556

Sach-Register.

A.

Absorptionsspectrum von Neodymammonnitrat. L. Haitinger. 363, 365.
Accumulatoren: Vorgänge in denselben. G. Neumann und F. Streintz. 642—645, 652.
Acetanilid, siehe Antifebrin.
Acetat von Amidophenyldiphenylmethan. 508. (G. Koller.)
Acetessigester: Einwirkung auf α-*m*-Xylylhydrazin. A. Klauber. 212—213.
Aceton: Condensation mit Opiansäure. G. Goldschmiedt. 474—478.
— Verhalten gegen Phenylhydrazin, quant. Best. H. Strache. 525—532.
Acetophenon: Condensation mit Opiansäure. G. Goldschmiedt. 476—478.
Acetylderivate von Euxanthon 162 (J. Herzig), Euxanthonmonoäthyläther 164 (J. Herzig), Fisetin 178 (J. Herzig), Gentiol 483 (G. Goldschmiedt und R. Jahoda), Gentiseïn 209 (St. v. Kostanecki), Gentiseïndimethyläther 320 (St. v. Kostanecki und E. Schmidt), Kaffeesäure 449 (M. Bamberger), γ-Trichlor-β-oxybuttersäure 563 (K. Garzarolli Edler v. Thurnlackh).
Äpfelsäure: Bildung aus Maleïnsäure durch Wasser, Trennung von Fumar- und Maleïnsäure; Identität der aus Fumar- oder Maleïnsäure durch Wasser oder Natronlauge entstehenden Äpfelsäuren. Eig. Zus. derselben, Überf. in Fumar- und Maleïnsäure; Bildung aus Maleïnsäure beim Erhitzen für sich, Verhalten beim Erhitzen ihrer wässerigen Lösungen; Verhalten gegen HCl, HNO_3 und H_2SO_4. Zd. H. Skraup. 113—119, 132.
— Darst. aus γ-Trichlor-β-oxybuttersäure, Eig. K. Garzarolli Edler v. Thurnlackh. 563—565.
Äsculetin: Färbevermögen. St. v. Kostanecki und E. Schmidt. 322.
o-**Äthoxylbenzaldoxim:** Darst. Eig. Zus. Chlorhydrat, Reduction, Überf. in das Nitril, Const. M. Löw. 396—400.
o-**Äthoxylbenzoësäure** und deren Derivate, s. Salicyläthyläthersäure und deren Derivate.
o-**Äthoxylbenzylamin,** s. ω-Amido-*o*-kresoläthyläther.
Äthyl: Verdrängung durch Methyl. E. Stiassny. 590—591.
Äthyläther und **-ester** von Amidoäthylresorcin 377 (A. Kraus), ω-Amido-*o*-kresol 397 (M. Löw), Bergaptensäure 385 (C. Pomeranz), Euxanthon 163, 165, 167 (J. Herzig), Fisetin 181, 183 (J. Herzig), Fisetol 184 (J. Herzig), *m*-Hemipinsäure 489 (O. Rossin), Methylfisetol 188

(J. Herzig), Methylpropylmalonsäure 593 (E. Stiassny), Nitrosoäthylresorcin 375 (A. Kraus), Nitrosoresorcin 372, 373 (A. Kraus), Nor-*m*-Hemipinsäure 498, 499 (O. Rossin), *o*-Oxybenzaldoxim 396 (M. Löw), Salicylaldehyd 393 (M. Löw), Salicylsäure 401 (M. Löw), Salicylsäureamid 400 (M. Löw), Salicylsäurenitril 399 (M. Löw).

Äthylalkohol: Oxydation des Natriumäthylats durch den Luftsauerstoff zu Ameisensäure, Essigsäure, Kohlensäure und Oxalsäure unter Austritt von Äthylalkohol. F. v. Hemmelmayr. 155—157.

— Bildung aus Milchzucker, Rohrzucker und Stärke durch die Bacillen des malignen Ödems. R. Kerry und S. Fränkel. 352—355.

Äthylamin: Verhalten seines Chlorhydrats gegen Bromwasser. T. Schindler. 417.

Äthylbenzylamin, s. Chloräthylbenzylamin und Oxäthylbenzylamin.

Äthylbergaptensäure: Darst. Eig. Zus. C. Pomeranz. 385.

Äthyldiguanid: Verhalten gegen Cu SO_4 und $CHCl_3$. F. Emich. 18.

Äthylenglycolchlorhydrin, s. Glycolchlorhydrin.

Äthylfisetol, s. Fisetol.

Äthylidenmilchsäure, s. Milchsäure.

Äthylmercaptan: Verhalten gegen Jodwasserstoff. R. Benedikt und M. Bamberger. 2.

Äthylresorcindiäthyläther: Einw. von salpetriger Säure (Bildung von Nitrosoäthylresorcinmonoäthyläther). A. Kraus. 370—371, 374—376.

Äthylsalicylwasserstoff, s. Salicylaldehydäthyläther.

α-Alanin: Spaltung in NH_3 und Propionsäure durch Jodwasserstoff. A. Kwisda. 421—422.

β-Alanin: Darst. Eig., Spaltung durch Jodwasserstoff in NH_3 und Propionsäure. A. Kwisda. 422—423.

Aldehyde: Verhalten gegen KCN. G. Goldschmiedt und L. Egger. 49—52.

— Verhalten ihrer Hydrazone gegen Fehling'sche Lösung, quant. Best. des Carbonylsauerstoffes in denselben. H. Strache. 524—530.

Allylbromid: Überf. in α-Crotonsäurenitril. F. Lippmann. 406.

Allylcyanid: Const. als Crotonsäurenitril, Darst. aus Allylbromid und Cyankalium, Überf. in αβ-Dibrombuttersäure. F. Lippmann. 402—409.

— Identität mit dem Crotonsäurenitril. T. Schindler. 412—413.

— Const. T. Schindler. 638.

Allylderivate: Umlagerung in Propenylderivate. F. Lippmann. 404—406.

Aluminium: Potentialdifferenzen gegen Flüssigkeiten. F. Exner. 287—302.

— Verhalten gegen Wasserstoff. G. Neumann und F. Streintz. 656.

Ameisensäure: Abscheidung aus dem α-Harz von *Doona zeylanica* Thw. E. Valenta. 104.

— Bildung bei der Oxydation der Natriumalkoholate durch den Luftsauerstoff. F. v. Hemmelmayr. 152—159.

— Bildung aus *p*-Chinolinbenzcarbonsäure. G. v. Georgievics. 307.

— Zersetzung ihres Silbersalzes durch Wasser (Bildung von Ameisensäure, Kohlensäure und Silber). J. Kachler. 344—345.

Sach-Register.

A.

Absorptionsspectrum von Neodymammonnitrat. L. Haitinger. 363, 365.
Accumulatoren: Vorgänge in denselben. G. Neumann und F. Streintz. 642—645, 652.
Acetanilid, siehe Antifebrin.
Acetat von Amidophenyldiphenylmethan. 508. (G. Koller.)
Acetessigester: Einwirkung auf α-*m*-Xylylhydrazin. A. Klauber. 212—213.
Aceton: Condensation mit Opiansäure. G. Goldschmiedt. 474—478.
— Verhalten gegen Phenylhydrazin, quant. Best. H. Strache. 525—532.
Acetophenon: Condensation mit Opiansäure. G. Goldschmiedt. 476—478.
Acetylderivate von Euxanthon 162 (J. Herzig), Euxanthonmonoäthyläther 164 (J. Herzig), Fisetin 178 (J. Herzig), Gentiol 483 (G. Goldschmiedt und R. Jahoda), Gentiseïn 209 (St. v. Kostanecki), Gentiseïndimethyläther 320 (St. v. Kostanecki und E. Schmidt), Kaffeesäure 449 (M. Bamberger), γ-Trichlor-β-oxybuttersäure 563 (K. Garzarolli Edler v. Thurnlackh).
Äpfelsäure: Bildung aus Maleïnsäure durch Wasser, Trennung von Fumar- und Maleïnsäure; Identität der aus Fumar- oder Maleïnsäure durch Wasser oder Natronlauge entstehenden Äpfelsäuren. Eig. Zus. derselben, Überf. in Fumar- und Maleïnsäure; Bildung aus Maleïnsäure beim Erhitzen für sich, Verhalten beim Erhitzen ihrer wässerigen Lösungen; Verhalten gegen HCl, HNO_3 und H_2SO_4. Zd. H. Skraup. 113—119, 132.
— Darst. aus γ-Trichlor-β-oxybuttersäure, Eig. K. Garzarolli Edler v. Thurnlackh. 563—565.
Äsculetin: Färbevermögen. St. v. Kostanecki und E. Schmidt. 322.
o-**Äthoxylbenzaldoxim:** Darst. Eig. Zus. Chlorhydrat, Reduction, Überf. in das Nitril, Const. M. Löw. 396—400.
o-**Äthoxylbenzoësäure** und deren Derivate, s. Salicyläthyläthersäure und deren Derivate.
o-**Äthoxylbenzylamin,** s. ω-Amido-*o*-kresoläthyläther.
Äthyl: Verdrängung durch Methyl. E. Stiassny. 590—591.
Äthyläther und **-ester** von Amidoäthylresorcin 377 (A. Kraus), ω-Amido-*o*-kresol 397 (M. Löw), Bergaptensäure 385 (C. Pomeranz), Euxanthon 163, 165, 167 (J. Herzig), Fisetin 181, 183 (J. Herzig), Fisetol 184 (J. Herzig), *m*-Hemipinsäure 489 (O. Rossin), Methylfisetol 188

(J. Herzig), Methylpropylmalonsäure 593 (E. Stiassny), Nitrosoäthylresorcin 375 (A. Kraus), Nitrosoresorcin 372, 373 (A. Kraus), Nor-*m*-Hemipinsäure 498, 499 (O. Rossin), *o*-Oxybenzaldoxim 396 (M. Löw), Salicylaldehyd 393 (M. Löw), Salicylsäure 401 (M. Löw), Salicylsäureamid 400 (M. Löw), Salicylsäurenitril 399 (M. Löw).

Äthylalkohol: Oxydation des Natriumäthylats durch den Luftsauerstoff zu Ameisensäure, Essigsäure, Kohlensäure und Oxalsäure unter Austritt von Äthylalkohol. F. v. Hemmelmayr. 155—157.

— Bildung aus Milchzucker, Rohrzucker und Stärke durch die Bacillen des malignen Ödems. R. Kerry und S. Fränkel. 352—355.

Äthylamin: Verhalten seines Chlorhydrats gegen Bromwasser. T. Schindler. 417.

Äthylbenzylamin, s. Chloräthylbenzylamin und Oxäthylbenzylamin.

Äthylbergaptensäure: Darst. Eig. Zus. C. Pomeranz. 385.

Äthyldiguanid: Verhalten gegen Cu SO_4 und $CHCl_3$. F. Emich. 18.

Äthylenglycolchlorhydrin, s. Glycolchlorhydrin.

Äthylfisetol, s. Fisetol.

Äthylidenmilchsäure, s. Milchsäure.

Äthylmercaptan: Verhalten gegen Jodwasserstoff. R. Benedikt und M. Bamberger. 2.

Äthylresorcindiäthyläther: Einw. von salpetriger Säure (Bildung von Nitrosoäthylresorcinmonoäthyläther). A. Kraus. 370—371, 374—376.

Äthylsalicylwasserstoff, s. Salicylaldehydäthyläther.

α-Alanin: Spaltung in NH_3 und Propionsäure durch Jodwasserstoff. A. Kwisda. 421—422.

β-Alanin: Darst. Eig., Spaltung durch Jodwasserstoff in NH_3 und Propionsäure. A. Kwisda. 422—423.

Aldehyde: Verhalten gegen KCN. G. Goldschmiedt und L. Egger. 49—52.

— Verhalten ihrer Hydrazone gegen Fehling'sche Lösung, quant. Best. des Carbonylsauerstoffes in denselben. H. Strache. 524—530.

Allylbromid: Überf. in α-Crotonsäurenitril. F. Lippmann. 406.

Allylcyanid: Const. als Crotonsäurenitril, Darst. aus Allylbromid und Cyankalium, Überf. in αβ-Dibrombuttersäure. F. Lippmann. 402—409.

— Identität mit dem Crotonsäurenitril. T. Schindler. 412—413.

— Const. T. Schindler. 638.

Allylderivate: Umlagerung in Propenylderivate. F. Lippmann. 404—406.

Aluminium: Potentialdifferenzen gegen Flüssigkeiten. F. Exner. 287—302.

— Verhalten gegen Wasserstoff. G. Neumann und F. Streintz. 656.

Ameisensäure: Abscheidung aus dem α-Harz von *Doona zeylanica* Thw. E. Valenta. 104.

— Bildung bei der Oxydation der Natriumalkoholate durch den Luftsauerstoff. F. v. Hemmelmayr. 152—159.

— Bildung aus *p*-Chinolinbenzcarbonsäure. G. v. Georgievics. 307.

— Zersetzung ihres Silbersalzes durch Wasser (Bildung von Ameisensäure, Kohlensäure und Silber). J. Kachler. 344—345.

Ameisensäure: Bildung aus Milchsäure, Milchzucker, Rohrzucker und Stärke durch die Bacillen des malignen Ödems. R. Kerry und S. Fränkel. 350—355.

Amidoäthylresorcinmonoäthyläther: Darst. Eig. Zus. seines Chlorhydrates. A. Kraus. 377—378.

m-**Amidobenzoësäure:** Spaltung durch Jodwasserstoff in NH_3 und Benzoësäure. A. Kwisda. 426, 428.

o-**Amidobenzoësäure:** Spaltung durch Jodwasserstoff in Anilin, Benzol *(?)*, Benzoësäure, NH_3 und CO_2. A. Kwisda. 426—428.

p-**Amidobenzoësäure:** Spaltung durch Jodwasserstoff in CO_2, NH_3, Benzoësäure und Benzol *(?)*. A. Kwisda. 428—429.

Amidocapronsäure, s. Leucin.

Amidoessigsäure, s. Glycocoll.

ω-**Amido-***o*-**Kresoläthyläther:** Darst. Eig. Zus. seines Chloroplatinats. M. Löw. 397—398.

o-**Amidophenol:** Einw. auf *a*-Methyl-*o*-phtalsäureanhydrid. S. v. Niementowski. 631—632.

Amidophenyldiphenylmethan: Darst. aus *p*-Phenylbenzophenonoxim, Eig. Zus., Salze (Acetat, Chlorhydrat, Nitrat, Chloroplatinat). G. Koller. 508—511.

Amidopropionsäuren, s. Alanine.

Amidosäuren: Einw. von Jodwasserstoff (Abspaltung von Ammoniak aus denselben). A. Kwisda. 419—430.

o-**Amido-***p*-**Tolunitril:** Überf. in Diazoamido-*p*-Tolunitril und Homophtalonitril. S. v. Niementowski. 623—625.

Ammoniak: Emissionsspectrum desselben. J. M. Eder. 86—88.

Ammonsalz der Weinsäure 613 (S. Sonnenthal).

Amylalkohol (Gährungs-): Oxydation des Natriumamylats zu Kohlensäure, Oxalsäure, Valeriansäure und Ameisensäure unter Austritt von Amylalkohol. F. v. Hemmelmayr. 157—159.

Anilid der *p*-Phenylbenzoësäure 503 (G. Koller.)

Anilin: Bildung aus Phenyldiguanid. F. Emich. 16.

— Bildung aus *o*-Amidobenzoësäure durch Jodwasserstoff. A. Kwisda. 427—428.

Anthranilsäure, s. *o*-Amidobenzoësäure.

Antifebrin: Giftwirkung, Einfluss auf den Leucocytengehalt des Blutes und die Harnsäureausscheidung. J. Horbaczewski. 244—255.

Antipyrin: Giftwirkung, Einfluss auf den Leucocytengehalt des Blutes und die Harnsäureausscheidung. J. Horbaczewski. 244—255.

i-**Apochinin:** Darst. aus Hydrojodapochinin, Eig.; Eig. und Zus. des Chloroplatinats. E. Lippmann und F. Fleissner. 331—332.

Asparaginsäure: Spaltung durch Jodwasserstoff in CO_2, NH_3 und Propionsäure. A. Kwisda. 425—426.

Atropin: Giftwirkung, Einfluss auf den Leucocytengehalt des Blutes und die Harnsäureausscheidung. J. Horbaczewski. 244—255.

B.

Bacillen des malignen Ödems: Einwirkung auf Kohlehydrate und Milchsäure. R Kerry und S. Fränkel. 350—355.

Bacterien aus Guanidinlösungen: Eig. E. Kramer. 28.

Baryumsalze von β-Buttersulfosäure 547 (G. Haubner), Butyraldehydsulfosäure 546 (G. Haubner), Butyraldoximsulfosäure 550 (G. Haubner), Oxybutandisulfosäure 544 (G. Haubner), Tetramethoxybenzhydroltricarbonsäure 72 (G. Goldschmiedt und L. Egger), Tetramethoxydiphtalylsäure 70 (G. Goldschmiedt und L. Egger).

Baryumsulfat: Verhalten gegen Jodwasserstoff. R. Benedikt und M. Bamberger. 3.

Benzhydroltricarbonsäure, s. Tetramethoxybenzhydroltricarbonsäure.

Benzoësäure: Trockene Destillation ihres Silbersalzes (Bildung von Kohlensäure, Benzoësäure, Benzol und vielleicht Benzophenon). J. Kachler. 349.

— Bildung aus den Amidobenzoësäuren durch Jodwasserstoff. A. Kwisda. 426—429.

Benzoine: Historisches über dieselben. G. Goldschmiedt und L. Egger. 49—51.

Benzol: Bildung aus *o*- und *p*-Amidobenzoësäure. A. Kwisda. 427—429.

Benzophenon: Bildung (?). J. Kachler. 349.

Benzoyl: Methode zur Best. desselben in Estern. G. Pum. 438—440.

Benzoylderivate von Glycosamin 436 (G. Pum), Nitrosoäthylresorcinmonoäthyläther 377 (A. Kraus), Nitrosoresorcinmonoäthyläther 374 (A. Kraus), *p*-Phenylbenzophenonoxim 506 (G. Koller).

Benzylamin: Einw. auf Glycolchlorhydrin, Eig. Zus. seines Chlorhydrates. G. Goldschmiedt und R. Jahoda. 81—85.

Benzylmorpholin: Darst. Eig. Zus. seines Chlorhydrates und Chloroplatinates. G. Goldschmiedt und R. Jahoda. 84—85.

Bergamottcampher, s. Bergapten.

Bergapten: Reinigung, Eig. Zus., Verhalten gegen Reagentien, Einw. von ClH oder JH (Abspaltung von Methyl), Einw. von Methyljodid und KHO (Bildung von Methylbergaptensäure und deren Methylester), Einw. von Äthyljodid und KHO (Bildung von Äthylbergaptensäure), Kalischmelze (Bildung von Phloroglucin), Einw. von Brom (Bildung von Brombergaptendibromid), Const. C. Pomeranz. 379—392.

Bergaptenäthyläthersäure, s. Äthylbergaptensäure.

Bergaptenmethyläthersäure, s. Methylbergaptensäure.

Bergaptensäure: Darst., Einw. von Methyl- oder Äthyljodid und KHO, Const. C. Pomeranz. 381—386.

Bernsteinsäure: Bildung aus Maleïnsäure und Fumarsäure durch HJ (s. auch Chlorbernsteinsäure). Zd. H. Skraup. 123—124.

Biguanid, s. Diguanid.

Blei: Potentialdifferenzen gegen Flüssigkeiten. F. Exner. 287—302.

Sach-Register.

A.

Absorptionsspectrum von Neodymammonnitrat. L. Haitinger. 363, 365.
Accumulatoren: Vorgänge in denselben. G. Neumann und F. Streintz. 642—645, 652.
Acetanilid, siehe Antifebrin.
Acetat von Amidophenyldiphenylmethan. 508. (G. Koller.)
Acetessigester: Einwirkung auf α-*m*-Xylylhydrazin. A. Klauber. 212—213.
Aceton: Condensation mit Opiansäure. G. Goldschmiedt. 474—478.
— Verhalten gegen Phenylhydrazin, quant. Best. H. Strache. 525—532.
Acetophenon: Condensation mit Opiansäure. G. Goldschmiedt. 476—478.
Acetylderivate von Euxanthon 162 (J. Herzig), Euxanthonmonoäthyläther 164 (J. Herzig), Fisetin 178 (J. Herzig), Gentiol 483 (G. Goldschmiedt und R. Jahoda), Gentiseïn 209 (St. v. Kostanecki), Gentiseïndimethyläther 320 (St. v. Kostanecki und E. Schmidt), Kaffeesäure 449 (M. Bamberger), γ-Trichlor-β-oxybuttersäure 563 (K. Garzarolli Edler v. Thurnlackh).
Äpfelsäure: Bildung aus Maleïnsäure durch Wasser, Trennung von Fumar- und Maleïnsäure; Identität der aus Fumar- oder Maleïnsäure durch Wasser oder Natronlauge entstehenden Äpfelsäuren. Eig. Zus. derselben, Überf. in Fumar- und Maleïnsäure; Bildung aus Maleïnsäure beim Erhitzen für sich, Verhalten beim Erhitzen ihrer wässerigen Lösungen; Verhalten gegen HCl, HNO_3 und H_2SO_4. Zd. H. Skraup. 113—119, 132.
— Darst. aus γ-Trichlor-β-oxybuttersäure, Eig. K. Garzarolli Edler v. Thurnlackh. 563—565.
Äsculetin: Färbevermögen. St. v. Kostanecki und E. Schmidt. 322.
o-**Äthoxylbenzaldoxim:** Darst. Eig. Zus. Chlorhydrat, Reduction, Überf. in das Nitril, Const. M. Löw. 396—400.
o-**Äthoxylbenzoësäure** und deren Derivate, s. Salicyläthyläthersäure und deren Derivate.
o-**Äthoxylbenzylamin,** s. ω-Amido-*o*-kresoläthyläther.
Äthyl: Verdrängung durch Methyl. E. Stiassny. 590—591.
Äthyläther und **-ester** von Amidoäthylresorcin 377 (A. Kraus), ω-Amido-*o*-kresol 397 (M. Löw), Bergaptensäure 385 (C. Pomeranz), Euxanthon 163, 165, 167 (J. Herzig), Fisetin 181, 183 (J. Herzig), Fisetol 184 (J. Herzig), *m*-Hemipinsäure 489 (O. Rossin), Methylfisetol 188

(J. Herzig), Methylpropylmalonsäure 593 (E. Stiassny), Nitrosoäthylresorcin 375 (A. Kraus), Nitrosoresorcin 372, 373 (A. Kraus), Nor-*m*-Hemipinsäure 498, 499 (O. Rossin), *o*-Oxybenzaldoxim 396 (M. Löw), Salicylaldehyd 393 (M. Löw), Salicylsäure 401 (M. Löw), Salicylsäureamid 400 (M. Löw), Salicylsäurenitril 399 (M. Löw).

Äthylalkohol: Oxydation des Natriumäthylats durch den Luftsauerstoff zu Ameisensäure, Essigsäure, Kohlensäure und Oxalsäure unter Austritt von Äthylalkohol. F. v. Hemmelmayr. 155—157.

— Bildung aus Milchzucker, Rohrzucker und Stärke durch die Bacillen des malignen Ödems. R. Kerry und S. Fränkel. 352—355.

Äthylamin: Verhalten seines Chlorhydrats gegen Bromwasser. T. Schindler. 417.

Äthylbenzylamin, s. Chloräthylbenzylamin und Oxäthylbenzylamin.

Äthylbergaptensäure: Darst. Eig. Zus. C. Pomeranz. 385.

Äthyldiguanid: Verhalten gegen Cu SO_4 und $CHCl_3$. F. Emich. 18.

Äthylenglycolchlorhydrin, s. Glycolchlorhydrin.

Äthylfisetol, s. Fisetol.

Äthylidenmilchsäure, s. Milchsäure.

Äthylmercaptan: Verhalten gegen Jodwasserstoff. R. Benedikt und M. Bamberger. 2.

Äthylresorcindiäthyläther: Einw. von salpetriger Säure (Bildung von Nitrosoäthylresorcinmonoäthyläther). A. Kraus. 370—371, 374—376.

Äthylsalicylwasserstoff, s. Salicylaldehydäthyläther.

α-Alanin: Spaltung in NH_3 und Propionsäure durch Jodwasserstoff. A. Kwisda. 421—422.

β-Alanin: Darst. Eig., Spaltung durch Jodwasserstoff in NH_3 und Propionsäure. A. Kwisda. 422—423.

Aldehyde: Verhalten gegen KCN. G. Goldschmiedt und L. Egger. 49—52.

— Verhalten ihrer Hydrazone gegen Fehling'sche Lösung, quant. Best. des Carbonylsauerstoffes in denselben. H. Strache. 524—530.

Allylbromid: Überf. in α-Crotonsäurenitril. F. Lippmann. 406.

Allylcyanid: Const. als Crotonsäurenitril, Darst. aus Allylbromid und Cyankalium, Überf. in αβ-Dibrombuttersäure. F. Lippmann. 402—409.

— Identität mit dem Crotonsäurenitril. T. Schindler. 412—413.

— Const. T. Schindler. 638.

Allylderivate: Umlagerung in Propenylderivate. F. Lippmann. 404—406.

Aluminium: Potentialdifferenzen gegen Flüssigkeiten. F. Exner. 287—302.

— Verhalten gegen Wasserstoff. G. Neumann und F. Streintz. 656.

Ameisensäure: Abscheidung aus dem α-Harz von *Doona zeylanica* Thw. E. Valenta. 104.

— Bildung bei der Oxydation der Natriumalkoholate durch den Luftsauerstoff. F. v. Hemmelmayr. 152—159.

— Bildung aus *p*-Chinolinbenzcarbonsäure. G. v. Georgievics. 307.

— Zersetzung ihres Silbersalzes durch Wasser (Bildung von Ameisensäure, Kohlensäure und Silber). J. Kachler. 344—345.

Ameisensäure: Bildung aus Milchsäure, Milchzucker, Rohrzucker und Stärke durch die Bacillen des malignen Ödems. R. Kerry und S. Fränkel. 350—355.

Amidoäthylresorcinmonoäthyläther: Darst. Eig. Zus. seines Chlorhydrates. A. Kraus. 377—378.

m-**Amidobenzoësäure:** Spaltung durch Jodwasserstoff in NH_3 und Benzoësäure. A. Kwisda. 426, 428.

o-**Amidobenzoësäure:** Spaltung durch Jodwasserstoff in Anilin, Benzol *(?)*, Benzoësäure, NH_3 und CO_2. A. Kwisda. 426—428.

p-**Amidobenzoësäure:** Spaltung durch Jodwasserstoff in CO_2, NH_3, Benzoësäure und Benzol *(?)*. A. Kwisda. 428—429.

Amidocapronsäure, s. Leucin.

Amidoessigsäure, s. Glycocoll.

ω-**Amido-***o*-**Kresoläthyläther:** Darst. Eig. Zus. seines Chloroplatinats. M. Löw. 397—398.

o-**Amidophenol:** Einw. auf *a*-Methyl-*o*-phtalsäureanhydrid. S. v. Niementowski. 631—632.

Amidophenyldiphenylmethan: Darst. aus *p*-Phenylbenzophenonoxim, Eig. Zus., Salze (Acetat, Chlorhydrat, Nitrat, Chloroplatinat). G. Koller. 508—511.

Amidopropionsäuren, s. Alanine.

Amidosäuren: Einw. von Jodwasserstoff (Abspaltung von Ammoniak aus denselben). A. Kwisda. 419—430.

o-**Amido-***p*-**Tolunitril:** Überf. in Diazoamido-*p*-Tolunitril und Homophtalonitril. S. v. Niementowski. 623—625.

Ammoniak: Emissionsspectrum desselben. J. M. Eder. 86—88.

Ammonsalz der Weinsäure 613 (S. Sonnenthal).

Amylalkohol (Gährungs-): Oxydation des Natriumamylats zu Kohlensäure, Oxalsäure, Valeriansäure und Ameisensäure unter Austritt von Amylalkohol. F. v. Hemmelmayr. 157—159.

Anilid der *p*-Phenylbenzoësäure 503 (G. Koller.)

Anilin: Bildung aus Phenyldiguanid. F. Emich. 16.

— Bildung aus *o*-Amidobenzoësäure durch Jodwasserstoff. A. Kwisda. 427—428.

Anthranilsäure, s. *o*-Amidobenzoësäure.

Antifebrin: Giftwirkung, Einfluss auf den Leucocytengehalt des Blutes und die Harnsäureausscheidung. J. Horbaczewski. 244—255.

Antipyrin: Giftwirkung, Einfluss auf den Leucocytengehalt des Blutes und die Harnsäureausscheidung. J. Horbaczewski. 244—255.

i-**Apochinin:** Darst. aus Hydrojodapochinin, Eig.; Eig. und Zus. des Chloroplatinats. E. Lippmann und F. Fleissner. 331—332.

Asparaginsäure: Spaltung durch Jodwasserstoff in CO_2, NH_3 und Propionsäure. A. Kwisda. 425—426.

Atropin: Giftwirkung, Einfluss auf den Leucocytengehalt des Blutes und die Harnsäureausscheidung. J. Horbaczewski. 244—255.

B.

Bacillen des malignen Ödems: Einwirkung auf Kohlehydrate und Milchsäure. R Kerry und S. Fränkel. 350—355.

Bacterien aus Guanidinlösungen: Eig. E. Kramer. 28.

Baryumsalze von β-Buttersulfosäure 547 (G. Haubner), Butyraldehydsulfosäure 546 (G. Haubner), Butyraldoximsulfosäure 550 (G. Haubner), Oxybutandisulfosäure 544 (G. Haubner), Tetramethoxybenzhydroltricarbonsäure 72 (G. Goldschmiedt und L. Egger), Tetramethoxydiphtalylsäure 70 (G. Goldschmiedt und L. Egger).

Baryumsulfat: Verhalten gegen Jodwasserstoff. R. Benedikt und M. Bamberger. 3.

Benzhydroltricarbonsäure, s. Tetramethoxybenzhydroltricarbonsäure.

Benzoësäure: Trockene Destillation ihres Silbersalzes (Bildung von Kohlensäure, Benzoësäure, Benzol und vielleicht Benzophenon). J. Kachler. 349.

— Bildung aus den Amidobenzoësäuren durch Jodwasserstoff. A. Kwisda. 426—429.

Benzoine: Historisches über dieselben. G. Goldschmiedt und L. Egger. 49—51.

Benzol: Bildung aus *o*- und *p*-Amidobenzoësäure. A. Kwisda. 427—429.

Benzophenon: Bildung (?). J. Kachler. 349.

Benzoyl: Methode zur Best. desselben in Estern. G. Pum. 438—440.

Benzoylderivate von Glycosamin 436 (G. Pum), Nitrosoäthylresorcinmonoäthyläther 377 (A. Kraus), Nitrosoresorcinmonoäthyläther 374 (A. Kraus), *p*-Phenylbenzophenonoxim 506 (G. Koller).

Benzylamin: Einw. auf Glycolchlorhydrin, Eig. Zus. seines Chlorhydrates. G. Goldschmiedt und R. Jahoda. 81—85.

Benzylmorpholin: Darst. Eig. Zus. seines Chlorhydrates und Chloroplatinates. G. Goldschmiedt und R. Jahoda. 84—85.

Bergamottcampher, s. Bergapten.

Bergapten: Reinigung, Eig. Zus., Verhalten gegen Reagentien, Einw. von ClH oder JH (Abspaltung von Methyl), Einw. von Methyljodid und KHO (Bildung von Methylbergaptensäure und deren Methylester), Einw. von Äthyljodid und KHO (Bildung von Äthylbergaptensäure), Kalischmelze (Bildung von Phloroglucin), Einw. von Brom (Bildung von Brombergaptendibromid), Const. C. Pomeranz. 379—392.

Bergaptenäthyläthersäure, s. Äthylbergaptensäure.

Bergaptenmethyläthersäure, s. Methylbergaptensäure.

Bergaptensäure: Darst., Einw. von Methyl- oder Äthyljodid und KHO, Const. C. Pomeranz. 381—386.

Bernsteinsäure: Bildung aus Maleïnsäure und Fumarsäure durch HJ (s. auch Chlorbernsteinsäure). Zd. H. Skraup. 123—124.

Biguanid, s. Diguanid.

Blei: Potentialdifferenzen gegen Flüssigkeiten. F. Exner. 287—302.

Blei: Occlusion von Wasserstoff durch dasselbe. G. Neumann und F. Streintz. 642—652.

Blut: Leucocytengehalt desselben, Beziehungen zur Harnsäurebildung. J. Horbaczewski. 237—255, 263—267.

Brenzcatechin, s. Pyrocatechin.

Brenzcatechindimethyläther, s. Dinitroveratrol.

p-**Brombenzylester** der Fumar- und Maleïnsäure 144 (Zd. H. Skraup).

Brombergaptendibromid: Darst. Eig. Zus. C. Pomeranz. 390—391.

Brombuttersäure, s. $\alpha\beta$-Dibrombuttersäure.

Bromwasser: Potentialdifferenzen gegen Metalle und Graphit. F. Exner. 289—291.

— Verhalten gegen gesättigte Amine. G. Haubner. 552.

Bromwasserstoff: Potentialdifferenzen gegen Metalle und Graphit. F. Exner. 295—297, 303.

Butandicarbonsäuren, s. Propylmalonsäure.

n-**Buttersäure:** Bildung aus Milchsäure, Milchzucker, Rohrzucker und Stärke durch die Bacillen des malignen Ödems. R. Kerry und S. Fränkel. 350—355.

— Bildung aus Glutaminsäure. A. Kwisda. 426.

— Abscheidung aus dem Überwallungsharz der Schwarzföhre. M. Bamberger. 455.

β-**Buttersulfosäure:** Darst. aus Oxybutandisulfosäure, Eig. Zus. des Ba-Salzes, Kalischmelze (Bildung von Essigsäure). G. Haubner. 546—549.

n-**Butylalkohol:** Bildung aus Oxybutansulfosäure. G. Haubner. 554—555.

n-**Butylalkoholdisulfosäure,** s. Oxybutandisulfosäure.

n-**Butylalkoholsulfosäure,** s. Oxybutansulfosäure.

n-**Butylamin:** Bildung aus Butyraldoximsulfosäure, Verhalten gegen Bromwasser. G. Haubner. 550—552.

i-**Butyldiguanid:** Reaction. F. Emich. 18.

Butyraldehydsulfosäure: Darst. Eig. Zus. ihres Ba-Salzes, Const., Überf. in Butyraldoximsulfosäure, Reduction zu Oxybutansulfosäure, Const. G. Haubner. 542, 546, 548—550, 552—553.

Butyraldoximsulfosäure: Darst. Eig. Zus. ihres Ba-Salzes, Überf. in Crotyl- und Butylamin. G. Haubner. 549—552.

C.

Cadmium: Potentialdifferenzen gegen Flüssigkeiten. F. Exner. 287—302.

Cadmiumsalz der Maleinsäure 136 (Zd. H. Skraup.)

Caffeesäure: Darstellung aus dem Überwallungsharz der Schwarzföhre, Eig. Zus., Acetylproduct, Überf. in Hydrocaffeesäure (s. auch Ferulasäure). M. Bamberger. 446—450, 454—455.

Calciumphosphat: Einw. von CO_2 auf Tricalciumphosphat (Bildung von Dicalciumphosphat und Calciumcarbonat), Löslichkeit des Tricalciumphosphats in Calciumhydrocarbonat. Einw. von Eisenhydroxyd für sich

und mit CO_2 auf Tricalciumphosphat (Bildung von Tetracalciumphosphat). G. v. Georgievics. 566—581.

Calciumsalze von Methylpropylessigsäure 596 (E. Stiassny), Methylpropylmalonsäure 593 (E. Stiassny), Salicyläthyläthersäure 401 (M. Löw), γ-Trichlor-β-oxybuttersäure 561 (K. Garzarolli Edl. v. Thurnackh).

***n*-Capronsäure:** Trockene Destillation des Silbersalzes (Bildung von Silber, Kohle, Kohlensäure und Capronsäure). J. Kachler. 346—347.

— Bildung aus Leucin durch HJ. A. Kwisda. 424—425.

Carbamid, s. Harnstoff.

Carbonate, s. Natriumcarbonat und -hydrocarbonat.

Carbonyl: Quant. Best. des Carbonylsauerstoffes der Aldehyde und Ketone. H. Strache. 524—532.

Cellulose: Vergährbarkeit. R. Kerry und S. Fränkel. 355.

***p*-Chinanisol:** Einw. von HJ. Zd. H. Skraup. 434.

— Verhalten gegen HJ. A. Schubert und Zd. H. Skraup 689.

Chinidin: Einw. von JH, Überf. in eine isomere Base. Zd. H. Skraup. 431—434.

— Überf. in die Jodhydrate von Dihydrojodchinidin und Dihydrojodapochinidin durch HJ; Darst. der freien Basen daraus, Abspaltung des JH aus denselben durch $AgNO_3$ oder Anilin. A. Schubert und Zd. H. Skraup. 667—678.

Chinin: Giftwirkung, Einfluss auf den Leucocytengehalt des Blutes und die Harnsäureausscheidung. J. Horbaczewski. 244—245.

— Überf. in Hydrojodchininjodhydrat (Eig. Zus.) und Hydrojodchinin (Eig. Zus., Chloroplatinat). E. Lippmann und F. Fleissner. 327 bis 330, 337.

— Einw. von JH, Const. Zd. H. Skraup. 431—434.

— Darst. seiner Homologen. E. Lippmann. 512—514.

— Darst. von wasserfreiem Chinin, Überf. durch HJ in ein Gemenge von Hydrojodchinindijodhydrat und (wenig) Dihydrojodchininjodhydrat (Überf. in die freie Base) und einen Körper $C_{19}H_{22}N_2O_2(HJ)_3$, Const. A. Schubert und Zd. H. Skraup. 678—690.

***i*-Chinin:** Darst. aus Hydrojodchinin, Eig. Zus., Hydrat, Salze (Sulfat, Chlorhydrate, Chloroplatinat), Verb. mit Silbernitrat. E. Lippmann und F. Fleissner. 332—336.

— Zus. desselben. A. Schubert und Zd. H. Skraup. 688.

Chininmethylhydroxyd: Überf. desselben und seines Jodids und Sulfats in Methylchinin. E. Lippmann. 512—513.

Chinolin: Verhalten seiner Abkömmlinge bei der Oxydation; Oxydation des Chinolins durch $KMnO_4$ in conc. H_2SO_4-Lösung zu Chinolinsäure, in verdünnter H_2SO_4-Lösung zu *m*-Chinolinbenzcarbonsäure. G. v. Georgievics. 304—317.

— Einw. von HJ. Zd. H. Skraup. 434.

— Anlagerung von Chlormethylalkohol. F. v. Hemmelmayr. 540.

Chinolin: Verhalten gegen HJ. A. Schubert und Zd. H. Skraup. 689.
ana-**Chinolinbenzcarbonsäure:** Verhalten gegen $KMnO_4$ in conc. H_2SO_4-Lösung. G. v. Georgievics. 311.
m-**Chinolinbenzcarbonsäure:** Bildung bei der Oxydation des Chinolins durch $KMnO_4$ in verd. H_2SO_4-Lösung. G. v. Georgievics. 312—313.
o-**Chinolinbenzcarbonsäure:** Oxydation mit $KMnO_4$ in conc. H_2SO_4-Lösung zu Chinolinsäure. G. v. Georgievics. 311—312.
p-**Chinolinbenzcarbonsäure:** Darst. Eig., Oxydation mit $KMnO_4$ in schwefelsaurer Lösung zu Ameisensäure und einer Nitrobenzolcarbonsäure; Bildung aus *p*-Toluchinolin; Oxydation in alkalischer Lösung zu Chinolinsäure und Nitrobenzolcarbonsäure. G. v. Georgievics. 306—311, 314—315.
Chinolinsäure: Bildung aus *o*-Chinolinbenzcarbonsäure und Chinolin durch $KMnO_4$ in conc. H_2SO_4-Lösung, aus *p*-Chinolinsulfosäure durch alkalisches $KMnO_4$. G. v. Georgievics. 311—312, 316—317.
p-**Chinolinsulfosäure:** Oxydation mit $KMnO_4$ in alkalischer Lösung zu Oxalsäure, einer Nitrobenzolcarbonsäure und Chinolinsäure. G. v. Georgievics. 316.
Chitenin: Verhalten gegen HJ. Zd. H. Skraup. 434.
β-**Chloräthylalkohol,** s. Glycolchlorhydrin.
Chloräthylbenzylamin: Darst., Eig., Zus. seines Chlorhydrates. G. Goldschmiedt und R. Jahoda. 82—83.
Chloral: Condensation mit Malonsäure zu γ-Trichlor-β-oxybuttersäure. K. Garzarolli Edl. v. Thurnlackh. 556—559.
Chlorbernsteinsäure: Bildung aus Maleinsäure. Zd. H. Skraup. 120—123.
Chlorhydrate von Amidoäthylresorcinmonoäthyläther 377 (A. Kraus), Amidophenyldiphenylmethan 509 (G. Koller), Benzylamin 82 (G. Goldschmiedt und R. Jahoda), Benzylmorpholin 84 (G. Goldschmiedt und R. Jahoda), *i*-Chinin 335, 336 (E. Lippmann und F. Fleissner), Chloräthylbenzylamin 83 (G. Goldschmiedt und R. Jahoda), Dihydrojodapochinidin 774 (A. Schubert und Zd. H. Skraup), Dihydrojodchinidin 673 (A. Schubert und Zd. H. Skraup), Methyl-α-*m*-Xylylpyrazolon 216 (A. Klauber), Oxim des Salicylaldehydäthyläthers 396 (M. Löw), Phenyldiguanid 15 (F. Emich), α-*m*-Xylylantipyrin 219 (A. Klauber), α-*m*-Xylylhydrazin 212 (A. Klauber).
Chloride, s. Natriumchlorid, Quecksilberchlorid und Chloroplatinate.
Chlormethylalkohol: Eig., Zus., Einw. auf Thioharnstoff und Harnstoff. F. v. Hemmelmayr. 89—91, 94.
— Einw. auf Pyridin und Chinolin. F. v. Hemmelmayr. 533—540.
Chloroplatinate von ω-Amido-*o*-Kresoläthyläther 397 (M. Löw), Amidophenyldiphenylmethan 510 (G. Koller), *i*-Apochinin 332 (E. Lippmann und F. Fleissner), Benzylmorpholin 84 (G. Goldschmiedt und R. Jahoda), *i*-Chinin 336 (E. Lippmann und F. Fleissner), Crotylamin 416 (T. Schindler), Hydrojodapochinin 331 (E. Lippmann und F. Fleissner), Hydrojodchinin 330 (E. Lippmann und F. Fleissner),

Hydrojodcinchonin 663 (E. Lippmann und F. Fleissner), Körper $C_{19}H_{22}N_2O_2$ 675, 677 (A. Schubert und Zd. H. Skraup), Körper $C_{20}H_{24}N_2O_2$ 675 (A. Schubert und Zd. H. Skraup), Methylchinin 513 (E. Lippmann), Pyridinoxymethylhydroxyd 535 (F. v. Hemmelmayr).

Chloroxybuttersäure, s. γ-Trichlor-β-oxybuttersäure.

Chlorwasser: Potentialdifferenzen gegen Metalle und Graphit. F. Exner. 287—289.

Chlorwasserstoff, s. Salzsäure.

Cinchonidin: Einw. von HJ. Zd. H. Skraup. 431—434.

Cinchonin: Einw. von JH, Überf. in *i*-Cinchonin, Const. Zd. H. Skraup. 431—434.

— Überf. durch HJ in das Jodhydrat des Dijodwasserstoffcinchonins (Eig. Zus.); Überf. des letzteren in das freie Dijodwasserstoffcinchonin, Bildung von Cinchonin daraus. G. Pum. 582—588.

— Überf. in Hydrojodcinchonindijodhydrat (Eig., Identität mit dem Dijodwasserstoffcinchoninjodhydrat von Skraup), Hydrojodcinchonin und Dijodwasserstoffcinchonin. E. Lippmann und F. Fleissner. 661—666.

-Cinchonin: Bildung (?). G. Pum. 587.

Cinchotenin: Verhalten gegen HJ. Zd. H. Skraup. 434.

Contactwirkungen bei Umlagerungen, insbesondere beim Übergang von Maleïnsäure in Fumarsäure. Zd. H. Skraup. 141—145.

Crotonaldehyd: Überf. in das Oxim (daneben Bildung eines wahrscheinlich isomeren Öls); Eig., Zus. des Oxims, Überf. in Crotonsäurenitril. T. Schindler. 410—412.

— Darst., Überf. in Oxybutandisulfosäure durch schwefelige Säure. G. Haubner. 541—544.

— Überf. seines Oxims in Crotonsäurenitril. T. Schindler. 637—638.

Crotonaldoxim: Darst., Eig., Zus., Überf. in Crotonsäurenitril, Reduction zu Crotylamin, Const.; Bildung eines Isomeren. T. Schindler. 410—412, 415—418.

— Überf. in das Nitril. T. Schindler. 637—638.

α-Crotonsäurenitril: Identität mit dem sog. Allylcyanid, Darst. aus Allylbromid, Überf. in αβ-Dibrombuttersäureamid und αβ-Dibrombuttersäure. F. Lippmann. 402—409.

— Darst. aus Crotonaldoxim, Eig., Zus., Identität mit dem sog. Allylcyanid. Überf. in αβ-Dibrombutyramid und αβ-Dibrombuttersäure. T. Schindler. 412—415.

— Bildung aus Crotonaldoxim. T. Schindler. 637—638.

Crotylalkohol: Bildung aus Oxybutansulfosäure. G. Haubner. 554—555.

Crotylamin: Darst. Eig.; Eig. und Zus. des Chloroplatinats; Bromirung. T. Schindler. 415—417.

— Bildung aus Butyraldoximsulfosäure. G. Haubner. 550—552.

***p*-Cumarsäure:** Darst. aus dem Überwallungsharz der Fichte, Eig., Überf. in Hydro-*p*-Cumarsäure. M. Bamberger. 458—460.

Cyankalium, s. Kaliumcyanid.

D.

Daphnetin: Färbevermögen. St. v. Kostanecki und E. Schmidt. 322.

Diäthylamin: Einw. seines Chlorhydrats auf Dicyandiamid, Rückbildung aus Diäthyldiguanid. F. Emich. 17—18, 20.

Diäthyldiguanid: Darst., Eig., Zus. seines sauren Sulfats, Sulfat des Diäthyldiguanidkupfers, Verhalten des Diäthyldiguanidnickels und -kobalts, Spaltung durch Ätzbaryt (Bildg. von NH_3 und Diäthylamin). F. Emich. 17—20.

Diäthylprotocatechusäure, s. Protocatechudiäthyläthersäure.

Diäthylresorcinmonoäthyläther: Einw. von salpetriger Säure. A. Kraus. 371, 375.

Diazoamido-*p*-Tolunitril: Bildung. S. v. Niementowski. 624.

$\alpha\beta$-Dibrombuttersäure: Bildung aus α-Crotonsäurenitril und aus ihrem Amid. Eig. F. Lippmann. 407—409.

— Bildung aus Crotonsäurenitril. T. Schindler. 413—415.

— s. auch $\alpha\beta$-Dibrombutyramid.

Dibrombutylamin: Darst., Eig. des Chloroplatinats. T. Schindler. 417.

$\alpha\beta$-Dibrombutyramid: Darst. aus α-Crotonsäurenitril, Eig., Zus., Überf. in die Säure. F. Lippmann. 407—409.

— Darst. aus Crotonsäurenitril, Eig. Zus. T. Schindler. 413—415.

Dibromorcindimethyläther: Darst. Eig. Zus. A. Kraus. 200.

Dichte des Harzes von *Doona zeylanica* Thw. 102 (E. Valenta), von Crotonsäurenitril 412 (T. Schindler), verdünnter Tartratlösungen 611 bis 617 (S. Sonnenthal).

Dicyandiamid: Theoretisches über die Einw. von Aminen auf dasselbe, Einw. von Diäthylaminchlorhydrat (Bildung von Diäthyldiguanid) und von Diphenylaminchlorhydrat (Bildung von β-Diphenyldiguanid). F. Emich. 8—10, 17—18, 20.

Didym, s. Neodym und Praseodym.

Diguanid: Const., Einw. von Barytwasser auf sein saures Sulfat (Bildung von Harnstoff und Guanidincarbonat), Verhalten gegen $CuSO_4$ und $CHCl_3$. F. Emich. 7, 11—12, 18.

Diguanide: Allgemeines über dieselben, Verhalten gegen Barytwasser, Const. der substituirten Diguanide, Reaction mit $CuSO_4$, Lauge und Chloroform. F. Emich. 5—11, 18.

Dihydrojodapochinidin: Darst. seines Jodhydrats aus Chinidin, Eig., Zus., Überf. in die freie Base; Eig., Zus. der letzteren, Salze (Chlorhydrat, Nitrat), Überf. in eine Base $C_{19}H_{22}N_2O_2$ (Eig. Zus., Chloroplatinat) durch $AgNO_3$; Bildung dieser Base und des Dihydrojodids beim Erhitzen des Dihydrojodapochinidinjodhydrats mit Anilin; Verhalten des Dihydrojodapochinidinjodhydrats gegen HJ. A. Schubert und Zd. H. Skraup. 668—678.

Dihydrojodchinidin: Darst. seines Jodhydrats aus Chinidin, Eig., Zus., Überf. in die freie Base; Eig., Zus. der letzteren, Salze (Chlorhydrat,

Oxalat), Überf. in eine Base $C_{20}H_{24}N_2O_2$ (Eig., Zus.. Chloroplatinat) durch $AgNO_3$. A. Schubert und Zd. H. Skraup. 668—675.

Dihydrojodcinchonin, s. Dijodwasserstoffcinchonin.

Dijodwasserstoffcinchonin: Darst. aus Cinchonin, Eig., Zus., Salze (Jodhydrat, Nitrat, Sulfat), Einw. von Natriumäthylat (Bildung von *i*-Cinchonin? und Cinchonin), Einw. von Silbernitrat (Bildung von Cinchonin), Reduction. G. Pum. 582—588.

— Identität seines Jodhydrats mit Hydrojodcinchonindijodhydrat, Darst. des Dijodwasserstoffcinchonins, Überf. in Hydrojodcinchonin, Bildg. aus diesem und dessen Dijodhydrat, Spaltung in diese beiden Körper. E. Lippmann und F. Fleissner. 662, 664—666.

Dimethylorcin: Const., Darst., Eig., Zus., Verhalten bei der Methylirung; Darst., Eig., Zus. eines zweiten (isomeren) Dimethylorcins, Eig. seines Esters, Const. A. Kraus. 193—197, 203—204.

Dimethylorcindimethyläther: Darst., Eig., Zus., Const. A. Kraus. 193 bis 195, 197—199.

Dimethylprotocatechusäure, s. Veratrumsäure.

(2, 3) Dimethyl-α-*m*-Xylylpyrazolon, s. α-*m*-Xylylantipyrin.

Dinitroveratrol: Darst. aus *m*-Hemipinsäure, Eig., Zus. O. Rossin. 490 bis 492.

Dioxyphenylpropionsäure, s. Hydrocaffeesäure.

Dioxyphtalsäuren, s. Nor-*m*-hemipinsäure.

Dioxyzimmtsäure, s. Caffeesäure.

Diphenylamin: Einw. seines Chlorhydrats auf Dicyandiamid, Rückbildung aus β-Diphenyldiguanid. F. Emich. 20—22.

Diphenylcarbonsäure, s. *p*-Phenylbenzoësäure.

β-Diphenyldiguanid: Nomenclatur, Eig., Reaction mit $CuSO_4$ und $CHCl_3$, Darst., Zus., Salze (Nitrat, Sulfate), Einw. von CaO (Bildung von Diphenylamin). F. Emich. 11, 18, 20—22.

Diphtalyl: Const., Bildung aus Phtalaldehydsäureäthylester, Eig. (s. auch Tetramethoxyhydrodiphtalyl und Tetraoxydiphtalyl). G. Goldschmiedt und L. Egger. 60—63.

Diphtalylsäure, s. Tetramethoxydiphtalylsäure.

Dissociation verdünnter Tartratlösungen. S. Sonnenthal. 606—607, 612—619.

***Doona zeylanica* Thw.:** Untersuchung des Harzes derselben. E. Valenta. 98—106.

Doppelbindung: Theorie derselben. Zd. H. Skraup. 146—150.

Drehungsvermögen, optisches des *i*-Chinins 333 (J. Mauthner.)

— Historisches über die Beziehungen zwischen dem molekularen Drehvermögen der Säuren und ihrer Salze; Drehvermögen sehr verdünnter Weinsäurelösungen; Beschreibung des Apparats; Drehvermögen verdünnter Lösungen neutraler (K, Na, NH_4, Li) und saurer (K, Na) Tartrate. S. Sonnenthal. 603—619.

E.

Eisen: Potentialdifferenzen gegen Flüssigkeiten. F. Exner. 287—302.
— Verhalten gegen Wasserstoff. G. Neumann und F. Streintz. 656 bis 657.
Eisenhydroxyd: Einw. auf Tricalciumphosphat. G. v. Georgievics. 575 bis 581.
Elektrochemie: Beziehung zwischen Reactionswärme und Potentialdifferenz, Einfluss von Concentration und Temperatur auf letztere; Methode zur Best. von Potentialdifferenzen, Potentialdifferenzen zwischen Metallen, Kohle, Wasser und Gasen, zwischen Metallen (Mg, Al, Fe, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Sn, Hg, Pb, Graphit) und Wasser, Chlorwasser, Bromwasser, Jodwasser, Salzsäure, Bromwasserstoff, Jodwasserstoff und Flusssäure. F. Exner. 276—303.
— s. auch Accumulatoren.
Emissionsspectra des Neodym- und Praseodymoxydes. L. Haitinger. 362—367.
Eosin: Const. J. Herzig. 169.
Essigsäure: Abscheidung aus dem α-Harz von *Doona zeylanica* Thw. E. Valenta. 104.
— Bildung aus Natriumäthylat durch den Luftsauerstoff. F. v. Hemmelmayr. 155—157.
— Trockene Destillation ihres Silbersalzes (Bildung von Silber, Kohle, Essigsäure und Kohlensäure), Zersetzung des Silbersalzes durch Wasser bei hoher Temp. (Bildung von Silber, Kohlensäure und Essigsäure.) J. Kachler. 340—344.
— Bildung aus Trimethylacetaldehyd. C. Glücksmann. 357—361.
— Bildung aus Glycocoll. A. Kwisda. 421.
— Bildung aus β-Buttersulfosäure. G. Haubner. 549.
— s. auch Acetate.
Euxanthon: Analogie seiner Abkömmlinge mit den Quercetinderivaten; Eig. Zus. des Acetylderivats; Darst., Eig., Zus. seines Monoäthyläthers, Überf. in Monoacetylmonoäthyleuxanthon (Eig. Zus.) und in Diäthyleuxanthon; Eig. Zus. des letzteren, Überf. in Monoäthyleuxanthon durch alkoholisches Kali, in ein isomeres Monoäthyleuxanthon (Eig. Zus.) durch conc. Schwefelsäure; Const. des Euxanthons, Verhalten gegen Ätzkali. J. Herzig. 161—171.

F.

Farbstoff aus den Blumenblättern von *Gentiana verna*: Darst. Eig. G. Goldschmiedt und R. Jahoda. 479—480.
Fehling'sche Lösung: Anwendung zur quant. Best. des Phenylhydrazins. H. Strache. 526—532.
Ferrocyanid von Methyl-α-*m*-Xylylpyrazolon 217 (A. Klauber).

Ferulasäure: Darst. aus dem Überwallungsharz der Schwarzföhre, Eig. Zus., Vorkommen im Überwallungsharz der Fichte. M. Bamberger. 452—455, 461.

Fisetin: Zus. J. Herzig. 176.

— Darst.; Darst. Eig. Zus. des Acetylfisetins; Eig. Zus. des Methylfisetins und Äthylfisetins; Oxydation des Fisetins in alkalischer Lösung zu Protocatechusäure und Resorcin; Einw. von alkoholischem Kali auf Äthylfisetin (Bildung von Diäthylprotocatechusäure und Äthylfisetol) und auf Methylfisetin (Bildung von Dimethylprotocatechusäure und Methylfisetol). J. Herzig. 177—190.

Fisetol: Bildung seines Diäthyläthers (Äthylfisetol) aus Äthylfisetin, Eig. Zus. des Äthers, Überf. in den Triäthyläther (Eig. Zus.); Überf. des Äthylfisetols in Resorcin; Bildung seines Dimethyläthers (Methylfisetol) aus Methylfisetin, Eig., Zus., Überf. in den Trimethyläther (Eig. Zus.) und in den Äthyldimethyläther (Eig. Zus.); Const. des Fisetols. J. Herzig. 184—190.

Fluorescein: Const. J. Herzig. 168—169.

Fluorwasserstoff, s. Flusssäure.

Flusssäure: Potentialdifferenzen gegen Metalle und Graphit. F. Exner. 300—302.

Formaldehyd: Bildung aus Methylenthioharnstoff und Methylenharnstoff. F. v. Hemmelmayr. 93—96.

— Bildung aus Pyridinoxymethylhydroxyd. F. v. Hemmelmayr. 538 bis 539.

— Salzsäureverbindung desselben, s. Chlormethylalkohol.

Fruchtzucker: Vorkommen in den Blumenblättern von *Gentiana verna*. G. Goldschmiedt und R. Jahoda. 480.

Fumarsäure: Allgemeines über ihre Bildung aus Maleïnsäure, Best. der Fumarsäure; Umlagerung der Maleïnsäure in Fumarsäure durch Wasser oder beim Erhitzen für sich (daneben Bildung von Äpfelsäure). Überf. der Fumarsäure in Äpfelsäure, Bildung daraus; Bildung aus Maleïnsäure durch Mineralsäuren (mittelst HCl neben Chlorbernsteinsäure), Verhalten der Fumarsäure gegen HCl, Bildung aus Maleïnsäure durch HJ, HNO_3, Oxalsäure, Fettsäuren, Malonsäure, *i*-Bernsteinsäure, durch Zersetzung von Metallsalzen der Maleïnsäure mittelst H_2S oder des Ba-Salzes durch H_2SO_4, durch H_2S und SO_2, durch HNO_3 und SO_2, Alkohol oder Aldehyd; Eig. des Fumarsäure-*p*-Brombenzylesters, Bildung aus dem Maleïnsäureester; Bildung von Fumarsäure beim Erhitzen maleïnsaurer Salze. Zd. H. Skraup. 107—145.

G.

Gährungsmilchsäure, s. Milchsäure.

Galleïn: Const. J. Herzig. 169.

Galloflavin: Const. J. Herzig. 169.

Gase: Potentialdifferenzen gegen feste und flüssige Körper. F. Exner. 283.

Gentiana verna: Isolirung der darin enthaltenen Bestandtheile (Farbstoff Zucker, Gentiol, Körper $C_{38}H_{64}O_3$ und ein bei 240° schmelzender Körper). G. Goldschmiedt und R. Jahoda. 479—485.

Gentiol: Darst. aus den Blumenblättern von *Gentiana verna*, Eig. Zus. ($C_{30}H_{48}O_3$), Acetylproduct, Oxydation, Einw. von HNO_3, von schmelzendem KHO, Destillation mit Zinkstaub. G. Goldschmiedt und R. Jahoda. 479—484.

Gentiseïn: Darst. Eig. Zus., Acetylproduct. St. v. Kostanecki. 207—210.

— Überf. in den Dimethyläther (Gentisinmonomethyläther); Eig. Zus. des Äthers, Acetylderivat, Const. St. v. Kostanecki und E. Schmidt. 319—322.

Gentisin: Historisches, Überf. in Gentiseïn, Verhalten. St. v. Kostanecki. 205—207, 209—210.

— Überf. in den Monomethyläther (Gentiseïndimethyläther); Eig. Zus. des Äthers, Acetylderivat; Ähnlichkeiten mit dem Quercetin. St. v. Kostanecki und E. Schmidt. 318—322.

Germanium: Abwesenheit in Zinnverbindungen. G. Neumann. 515 bis 516, 518.

Glutaminsäure: Spaltung durch Jodwasserstoff in CO_2, NH_3 und Buttersäure. A. Kwisda. 426.

Glycocoll: Einw. von Jodwasserstoff (Bildung von Essigsäure und NH_3). A. Kwisda. 420—421.

Glycolchlorhydrin: Einw. auf Benzylamin. G. Goldschmiedt und R. Jahoda. 81—85.

Glycosamin: Verhalten gegen Reagentien, Überf. in Pentabenzoylglycosamin (Eig. Zus., Identität mit dem Tetrabenzoylglycosamin von Kueny). G. Pum. 435—440.

Gold: Quantitative Bestimmung mittelst Hydroxylamin, Gewinnung aus Abfällen. A. Lainer. 640—641.

— Verhalten gegen Wasserstoff. G. Neumann und F. Streintz. 654.

Goldchloriddoppelsalz von Phenylguanidin 17 (F. Emich).

Graphit: Potentialdifferenzen gegen Flüssigkeiten und Gase. F. Exner. 283, 287—302.

Guanidin: Bildung aus Diguanid, Verhalten von Lösungen, die Guanidincarbonat und Harnstoff enthalten; Bildung aus Methyldiguanid und Phenyldiguanid. F. Emich. 11—12, 14—15, 17.

— Darst. Eig. Zus. seines Pikrates, Erkennung und Best. des Guanidins, Verhalten gegen NaBrO und gegen Bacterien. F. Emich. 23—28.

H.

Harn: Best. des Acetons in demselben. H. Strache. 531—532.

Harnsäure: Darst. aus der Milzpulpa, Bildung aus anderen Organen durch oxydirtes Blut, Vorkommen in Gehirn und Lunge vom Kalb, Bildung im normalen Säugethierorganismus, Ausscheidung unter dem Einfluss

von Chinin, Atropin, Pilocarpin, Antipyrin, Antifebrin und beipaqtologischen Zuständen. Vorkommen im Elefantenharn. J. Horbaczewski. 221—263, 267—275.

Harnstoff: Bildung aus Diguanid, Trennung von Guanidincarbonat, Zersetzung des Harnstoffs durch Eindampfen seiner Lösung bei Gegenwart von Guanidincarbonat, Bildung aus Methyldiguanid, Schmelzp. von Gemischen desselben mit Methylharnstoff, Bildung aus Phenyldiguanid. F. Emich. 11—14, 17.

— Einw. von Chlormethylalkohol (Bildung von Methylenharnstoff). Rückbildung aus diesem. F. v. Hemmelmayr. 94—97.

Harz von *Doona zeylanica* Thw.: Eig., Zerlegung in drei Harze (α,-β- und γ-Harz); Eig. Zus. der letzteren, Nitrirung des α-Harzes. E. Valenta. 98—106.

Harze, s. auch Überwallungsharze.

Hemipinsäure: Bildung ihres Äthylesters bei der Einwirkung von Cyankalium auf Opiansäureester und Tetramethoxydiphtalyl. G. Goldschmiedt und L. Egger. 74—76, 78—79.

***m*-Hemipinsäure:** Historisches, Silbersalze, saurer und neutraler Äthylester, Einw. von HNO_3 (Bildung von Dinitroveratrol), Einw. von HCl, Einwirkung von HJ (Bildung von Nor-*m*-hemipinsäure). O. Rossin. 486—494.

Hemipinsäureanhydrid: Einwirkung von Zinkstaub und Eisessig. Bildung aus Tetramethoxydiphtalylsäure. G. Goldschmiedt und L. Egger. 61, 71.

Heptylsäuren, s. Önanthylsäure.

Hexylsäuren, s. Methylpropylessigsäure und Capronsäure.

Holzgeist: Best. des Acetons in demselben. H. Strache. 531—532.

Homophtalonitril, s. *a*-Methyl-*o*-phtalonitril.

Homophtalsäuren, s. Toluoldicarbonsäuren.

Hydrazone: Verhalten gegen Fehling'sche Lösung. H. Strache. 528.

Hydrobergaptenmethyläthersäure, s. Methylhydrobergaptensäure.

Hydrocaffeesäure: Darst. Eig. Krystallform (J. Hockauf). M. Bamberger. 450—452.

Hydro-*p*-Cumarsäure: Darst. Eig., Identität mit der Hydronaringeninsäure. M. Bamberger. 460—461.

Hydrodiphtalyl, s. Tetramethoxyhydrodiphtalyl.

Hydrojodapochinin: Darst. Eig. Zus. seines Jodhydrats und der freien Base, Chloroplatinat, Überf. in *i*-Apochinin. E. Lippmann und F. Fleissner. 330—331.

— s. auch Körper $C_{19}H_{22}N_2O_2$ $(HJ)_3$.

Hydrojodchinin: Darst. Eig. Zus. seines Jodhydrates und des freien Hydrojodchinins, Chloroplatinat, Überf. in Hydrojodapochinin und in *i*-Chinin; Einw. von verdünnter Jodwasserstoffsäure. E. Lippmann und F. Fleissner. 328—330, 332, 337.

Hydrojodchinin: Darst. seines Dijodhydrats aus Chinin (Eig. Zus.), Überf. in die freie Base (Eig. Zus., enthält Dihydrojodchinin, Salze). A. Schubert und Zd. H. Skraup. 679—684, 687—689.

Hydrojodcinchonin: Identität mit Dijodwasserstoffcinchonin. G. Pum. 586—587.

— Darst. Eig. seines Dijodhydrats, Identität mit dem Dijodwasserstoffcinchoninjodhydrat von Skraup, Überf. in freies Hydrojodcinchonin (Eig. Zus., Überf. in das Dijodhydrat durch verdünnten JH, Chloroplatinat) und in Dijodwasserstoffcinchonin. E. Lippmann und F. Fleissner. 661—666.

Hydrokaffeesäure, s. Hydrocaffeesäure.

Hydronaringeninsäure: Identität mit der Hydro-*p*-Cumarsäure. M. Bamberger. 461.

Hydroxylamin: Anwendung zur quantitativen Best. des Silbers und Goldes, sowie zur Gewinnung dieser Metalle aus Salzen und Abfällen. A. Lainer. 639—641.

— s. auch Oxime.

Hypoxanthin: Darst. aus der Milzpulpa. J. Horbaczewski. 221—226.

J.

Jod: Quantitative Best. in den Jodwasserstoff-Additionsproducten der Chinaalkaloide. A. Schubert und Zd. H. Skraup. 680.

Jodhydrate von Dihydrojodapochinidin 668 (A. Schubert und Zd. H. Skraup), Dihydrojodchinidin 668 (A. Schubert und Zd. H. Skraup), Hydrojodapochinin 330 (E. Lippmann und F. Fleissner), Hydrojodchinin 328 (E. Lippmann und F. Fleissner), Hydrojodcinchonin (Dijodwasserstoffcinchonin) 583 (G. Pum) und 662 (E. Lippmann und F. Fleissner).

Jodhydroapochinin, -chinin und -cinchonin, s. Hydrojodapochinin, -chinin und -cinchonin.

Jodwasser: Potentialdifferenzen gegen Metalle. F. Exner. 292.

Jodwasserstoff: Einw. auf schwefelhaltige Substanzen, Abspaltung der Sulfogruppe durch denselben. R. Benedikt und M. Bamberger. 1—4.

— Potentialdifferenzen gegen Metalle und Graphit. F. Exner. 297—300.

— Einw. auf Amidosäuren. A. Kwisda. 419—430.

K.

Kaffeesäure, s. Caffeesäure.

Kaliumcyanid: Historisches über seine Einwirkung auf Aldehyde. Einw. auf Opiansäure und Opiansäureester, Opiansäureanhydrid, Phtalaldehydsäureäthylester und Tetramethoxydiphtalyl. G. Goldschmiedt und L. Egger. 49—59, 62—65, 74—80.

Kaliumpermanganat: Verhalten gegen tellurige Säure. B. Brauner. 31—48.

— Einw. auf Chinolinabkömmlinge. G. v. Georgievics. 304—317.

Kaliumsalze der Weinsäure 611, 616 (S. Sonnenthal).

Kaliumsulfat: Verhalten gegen Jodwasserstoff, störender Einfluss desselben bei Methoxylbestimmungen. R. Benedikt und M. Bamberger. 2—3.

Katalyse, s. Contaktwirkungen.

Ketone: Verhalten ihrer Hydrazone gegen Fehling'sche Lösung, quant. Best. des Carbonylsauerstoffes in denselben. H. Strache. 524—532.

Kobalt: Verhalten gegen Wasserstoff. G. Neumann und F. Streintz. 658—660.

Körper $C_5H_{10}O$: Bildung aus β-Trimethylmilchsäure (neben einem Polymeren), Eig. Zus., Oxydation zu Essigsäure und CO_2. C. Glücksmann. 357—361.

Körper $C_{13}H_{14}O_5$: Bildung aus Opiansäure und Aceton, Eig. Zus. Const. G. Goldschmiedt. 475—478.

Körper $C_{18}H_{16}O_5$: Bildung aus Opiansäure und Acetophenon. G. Goldschmiedt. 476—478.

Körper $C_{19}H_{22}N_2O_2$: Bildung aus Dihydrojodapochinidin, Eig. Zus. Chloroplatinat. A. Schubert und Zd. H. Skraup. 675—677.

Körper $C_{19}H_{22}N_2O_2(HJ)_3$ aus Chinin: Darst. Eig. Zus., Überf. in ein Gemisch der Basen $C_{19}H_{22}N_2O_2(HJ)_2$ und $C_{19}H_{22}N_2O_2(HJ)$, Salze, Einw. von HJ. A. Schubert und Zd. H. Skraup. 684—689.

— s. auch Hydrojodapochinin.

Körper $C_{20}H_{24}N_2O_2$: Bildung aus Dihydrojodchinidin, Eig. Zus., Chloroplatinat. A. Schubert und Zd. H. Skraup. 675.

Körper $C_{23}H_{22}O_9$: Bildung aus Opiansäure und Aceton, Eig. Zus., Const. G. Goldschmiedt. 475, 477—478.

Körper $C_{30}H_{48}O_3$, s. Gentiol.

Körper $C_{32}H_{34}N_4O_4$: Darst. aus α-*m*-Xylylhydrazin und Acetessigester, Eig. Zus., Überf. in α-*m*-Xylylmethylpyrazolon und Xylylantipyrin. A. Klauber. 212—215, 217.

Körper $C_{38}H_{64}O_3$: Darst. aus den Blumenblättern von *Gentiana verna*, Eig. Zus. G. Goldschmiedt und R. Jahoda. 484—485.

Kohle: Potentialdifferenzen gegen Luft, H_2, O_2 und CO_2, sowie gegen Flüssigkeiten. F. Exner. 283, 287—302.

Kohlendioxyd: Potentialdifferenzen gegen Zn, Cu, Kohle und H_2O. F. Exner. 283.

— Einw. auf Tricalciumphosphat allein und bei Gegenwart von Eisenhydroxyd. G. v. Georgievics. 566—581.

Kohlensäure, s. Kohlendioxyd.

Krystallform von Hydrokaffeesäure 451 (J. Hockauf), Nor-*m*-hemipinsäure 495 (V. v. Lang).

Kupfer: Potentialdifferenzen gegen Luft, H_2, O_2 und CO_2, sowie gegen Flüssigkeiten. F. Exner. 283, 287—302.

— Verhalten gegen Wasserstoff. G. Neumann und F. Streintz. 655 bis 656.

Kupfersulfat, s. Fehling'sche Lösung.

L.

Lactose, s. Milchzucker.

Leuchtsteine: Spectrum neodymhaltiger Leuchtsteine. L. Haitinger. 363, 365—366.

Leucin: Spaltung durch Jodwasserstoff in NH_3 und *n*-Capronsäure, Const. A. Kwisda. 423—425.

Lithiumsalz der Weinsäure 609, 615 (S. Sonnenthal).

Löslichkeit: Methode, Löslichkeit von Natriumcarbonat und Natriumbicarbonat in Kochsalzlösungen. K. Reich. 464—473.

— von Methylenharnstoff 94 (F. v. Hemmelmayr), Methylenthioharnstoff 91 (F. v. Hemmelmayr), methylpropylessigsaurem Ag und Ca 589, 594, 596 (E. Stiassny), Tellurdioxyd 34 (B. Brauner), trimethylessigsaurem Ag 600 (E. Stiassny).

Lösungen, s. Salzlösungen.

Luft: Potentialdifferenzen gegen Zn, Cu, Kohle und H_2O. F. Exner. 283.

M.

Magnesium: Potentialdifferenzen gegen Flüssigkeiten. F. Exner. 287—302.

Magnesiumoxyd: Emissionsspectrum neodymhaltiger Magnesia. L. Haitinger. 364—365.

Maleïnsäure: Allgemeines über ihre Umlagerung in Fumarsäure; Umlagerung durch Wasser oder beim Erhitzen für sich (daneben Bildung von Äpfelsäure), Nachweis der Maleïnsäure; Überf. in Äpfelsäure, Bildung daraus; Umlagerung durch Säuren (Bildung von Chlorbernsteinsäure neben Fumarsäure durch HCl, Umlagerung durch HJ, HNO_3 und durch Säuren bei Gegenwart von Salzen), Verhalten der Maleïnsäure gegen Kaliumnitrit, Schwefelsäure, Benzolsulfosäure, Oxalsäure; Einfluss des elektrischen Leitvermögens; Verhalten gegen Fettsäuren, Malonsäure, *i*-Bernsteinsäure, Glutarsäure, Brenzweinsäure, Dimethylmalonsäure, Äthylmalonsäure, Phlorogluincarbonsäure, Dioxyweinsäure; Reinigung der Maleïnsäure; Umlagerung der Maleïnsäure beim Zersetzen ihrer Cu-, Pb-, Ag-, Ni-, Cd-(Zus.) und Zn-Salze durch H_2S und des Barytsalzes durch H_2SO_4; Verhalten des Ag-Salzes gegen HCl; Umlagerung durch H_2S und SO_2; Verhalten von Maleïnsäurelösungen gegen H_2S, SO_2, Acetessigester, Essigester, Aldehyd, Paraldehyd, Essigsäureanhydrid, HNO_3 und SO_2 oder Alkohol oder Aldehyd, Verhalten gegen Ätzkali; Const.; Eig. des Maleïnsäure-*p*-brombenzylesters, Umlagerung durch Jod, HCl oder HNO_3 in Eisessig und Essigsäureanhydrid; Verhalten maleïnsaurer Salze beim Erhitzen. Zd. H. Skraup. 107—145.

Malonsäure: Condensation mit Chloral zu γ-Trichlor-β-oxybuttersäure. K. Garzarolli Edl. v. Thurnlackh. 556—559.
— Überf. in Propylmalonsäureester. E. Stiassny. 592.
Meerwasser: Untersuchung des Wassers des östlichen Mittelmeeres. K. Natterer. 323—325.
Mercaptan, s. Äthylmercaptan.
Metalle: Potentialdifferenzen gegen Gase und Flüssigkeiten. F. Exner. 283, 287—302.
Methoxylbestimmung: Störender Einfluss schwefelhaltiger Substanzen. R. Benedikt und M. Bamberger. 1—4.
Methyl: Verdrängung von Äthyl durch die Methylgruppe. E. Stiassny. 590—591.
Methyläther und -ester von Bergaptensäure 384 (C. Pomeranz), Dimethylorcin 197, 203 (A. Kraus), Fisetin 180, 187 (J. Herzig), Fisetol 187 (J. Herzig), Gentisin 318 (St. v. Kostanecki und E. Schmidt), Methylbergaptensäure 383 (C. Pomeranz), Methylpropylacetessigsäure 590 (E. Stiassny), Orcin 199 (A. Kraus), γ-Trichlor-β-oxybuttersäure 562 (K. Garzarolli Edl. v. Thurnlackh).
Methylalkohol: Oxydation des Natriummethylats durch den Luftsauerstoff zu Ameisensäure und Kohlensäure unter Austritt von Methylalkohol. F. v. Hemmelmayr. 152—155.
— s. auch Holzgeist.
Methylamin: Bildung. F. Emich. 13.
Methylbergaptensäure: Darst. Eig. Zus., Methylester, Einw. von Natriumamalgam (Bildung von Methylhydrobergaptensäure), Const. C. Pomeranz. 383—386, 391—392.
Methyl-ψ-butylketon, s. Pinakolin.
Methylchinin: Darst. aus Chininmethyljodid und Chininmethylhydroxyd. Eig. Zus. des Chloroplatinats. E. Lippmann. 512—514.
Methylchinoline, s. *p*-Toluchinolin.
Methyldiguanid: Zus. seines sauren Sulfats, Einw. von Ätzbaryt (Bildung von NH_3, Methylamin, Harnstoff, Methylharnstoff, Guanidincarbonat und vielleicht Methylguanidin), Verhalten gegen $CuSO_4$ und $CHCl_3$. F. Emich. 12—15, 18.
Methylenchlorhydrin, s. Chlormethylalkohol.
Methylenharnstoff: Darst. Eig. Zus., Const., Spaltung durch Säuren (Bildung von Formaldehyd und Harnstoff). F. v. Hemmelmayr. 94—97.
Methylenthioharnstoff: Darst. Eig. Zus. Const., Zersetzung durch Säuren (Bildung von Formaldehyd und Thioharnstoff). F. v. Hemmelmayr. 90—94.
Methylfisetol, s. Fisetol.
Methylguanidin: Bildung (?) aus Methyldiguanid. F. Emich. 14—15.
Methylharnstoff: Bildung aus Methylguanidin, Schmelzp. von Gemischen desselben mit Harnstoff. F. Emich. 12—14.
Methylhydrobergaptensäure: Darst. Eig. Zus. C. Pomeranz. 391.

Methylmercaptan: Bildung. R. Benedikt und M. Bamberger. 2.

Methylnorhemipinsäure: Bildung. G. Goldschmiedt und L. Egger. 73—74.

Methylnor-*m*-hemipinsäure: Bildung. O. Rossin. 493—494.

***a*-Methyloxyphtalanil:** Darst. Eig. Zus., Überf. in *a*-Methyloxyphtalanilsäure. S. v. Niementowski. 631—633.

***a*-Methyloxyphtalanilsäure:** Darst. Eig. Zus. S. v. Niementowski. 632 bis 633.

***a*-Methyl-*o*-phtalonitril:** Darst. Eig., Überf. in *a*-Methyl-*o*-phtalsäure. S. v. Niementowski. 623—625.

***a*-Methyl-*o*-phtalsäure:** Darst. und Eig. ihres Nitrils; Darst. der freien Säure daraus, Eig. Zus.; Darst. Eig. Zus. des Anhydrids, Imids, Amids, *p*-Tolylimids, *a*-Methyloxyphtalanils und der *a*-Methyloxyphtalanilsäure; Vergleich mit den entsprechenden Derivaten der Phtalsäure. S. v. Niementowski. 623—636.

Methylpropylacetessigsäure: Darst. Eig. Zus. ihres Methylesters, Überf. in Methylpropylessigsäure. E. Stiassny. 590—591.

Methylpropylessigsäure: Darst. aus Propylacetessigester; Darst. aus Methylpropylmalonsäure; Eig. Zus. und Löslichkeit des Ag- und Ca-Salzes. E. Stiassny. 590—591, 594—599.

Methylpropylmalonsäure: Darst. ihres Äthylesters aus Propylmalonsäureester, Eig. Zus.; Eig. Zus. des Ca-Salzes; Eig. der freien Säure, Überf. in Methylpropylessigsäure. E. Stiassny. 593—594.

Methylschwefelsäure: Verh. ihres K-Salzes bei der Methoxylbestimmung (Bildung von Mercaptan). R. Benedikt und M. Bamberger. 2.

Methyl-*α*-*m*-Xylylpyrazolon: Darst. Eig. Zus., Überf. in Xylylantipyrin, Salze (Chlorhydrat, Ferrocyanid). A. Klauber. 213, 215—217.

Milchsäure (Gährungsmilchsäure): Zus. ihres Silbersalzes, trockene Destillation desselben. J. Kachler. 348.

— Einw. der Bacillen des malignen Ödems (Bildung von Ameisensäure, Buttersäure, Propylalkohol); Bildung aus Milchzucker, Rohrzucker und Stärke durch die Bacillen des malignen Ödems. R. Kerry und S. Fränkel. 350—355.

Milchzucker: Einw. der Bacillen des malignen Ödems (Bildung von Äthylalkohol, Ameisensäure, Buttersäure und Gährungsmilchsäure). R. Kerry und S. Fränkel. 352—353.

Milzpulpa: Darst. von Harnsäure, Xanthin und Hypoxanthin daraus. J. Horbaczewski. 221—226.

Mittelmeer: Untersuchung des Wassers des östlichen Mittelmeeres. K. Natterer. 323—325.

N.

Natriumalkoholate: Darst., Zus., Oxydation durch den Luftsauerstoff. F. v. Hemmelmayr. 151—159.

Natriumcarbonat: Löslichkeit in Kochsalzlösungen. K. Reich. 464—470.

Natriumchlorid: Löslichkeit von Natriumcarbonat und Natriumhydrocarbonat in Kochsalzlösungen. K. Reich. 464—473.

Natriumhydrocarbonat: Löslichkeit in Kochsalzlösungen K. Reich. 470—473.

Natriumsalze der Oxybutansulfosäure 553 (G. Haubner), Weinsäure 612, 617 (S. Sonnenthal).

Neodymoxyd: Emissionsspectrum, Absorptionsspectrum von Neodymammonnitrat, Spectrum neodymhaltiger Leuchtsteine. L. Haitinger. 362—367.

Nickel: Potentialdifferenzen gegen Flüssigkeiten. F. Exner. 287—302.

— Verhalten gegen Wasserstoff. G. Neumann und F. Streintz. 657.

Nitrate von Amidophenyldiphenylmethan 510 (G. Koller), Dihydrojodapochinidin 674 (A. Schubert und Zd. H. Skraup), Dijodwasserstoffcinchonin 585 (G. Pum), Pyridinoxymethylhydroxyd 536 (F. v. Hemmelmayr).

— s. auch Silbernitrat.

Nitrobenzolcarbonsäure: Bildung bei der Oxydation von *p*-Chinolinbenzcarbonsäure, *p*-Toluchinolin und *p*-Chinolinsulfosäure, Eig., Überf. in Nitrobenzol und Anilin. G. v. Georgievics. 308—311, 314—316.

Nitroeugenol: Verhalten bei der Methoxylbestimmung. R. Benedikt und M. Bamberger. 3—4.

Nitrosoäthylresorcinmonoäthyläther: Darst., Eig., Zus., Const., Verhalten gegen HNO_3, Benzoylderivat, Reduction zu Amidoäthylresorcinmonoäthyläther. A. Kraus. 370—371, 375—378.

Nitrosoresorcindiäthyläther: Darst., Eig., Zus. A. Kraus. 370—374.

Nitrosoresorcinmonoäthyläther: Darst., Eig., Zus.. Benzoylderivat, Const. A. Kraus. 368—372, 374.

Nitroso-α-*m*-Xylylantipyrin: Darst., Eig. Zus. A. Klauber. 220.

Norhemipinsäure, s. Methylnorhemipinsäure.

Nor-*m*-hemipinsäure: Darst. aus *m*-Hemipinsäure (neben Methylnor-*m*-hemipinsäure), Eig. Zus., Krystallform (V. v. Lang), Reactionen, Überf. in das Anhydrid (Eig., Zus.), neutraler und saurer Äthylester. O. Rossin. 492—500.

Normetahemipinsäure, s. Nor-*m*-hemipinsäure.

Nucleïn: Darst., Überf. in Harnsäure, Einfluss auf den Leucocytengehalt des Blutes. J. Horbaczewski. 225—226, 231—238, 263—267, 275.

O.

Occlusion von Wasserstoff durch Metalle. G. Neumann und F. Streintz. 642—660.

Önanthylsäure: Trockene Destillation ihres Silbersalzes (Bildung von Silber, Kohle, Kohlensäure und Önanthylsäure). J. Kachler. 346—347.

Opiansäure: Verhalten derselben und ihres K-Salzes gegen Alkohol und Cyankalium. Einw. von Cyankalium auf Opiansäureäthyl- oder -methyl-

ester in alkoholischer Lösung (Bildung von Tetramethoxydiphtalyl, Hemipinsäureäthylester, Tetramethoxylhydrodiphtalyl und anderer Substanzen); Verhalten des Opiansäureäthylesters gegen Natriumacetat, Kaliumjodid und Natriumalkoholat. Const. des opiansauren Kali und des Äthylesters. G. Goldschmiedt und L. Egger. 52—59, 63—66, 74—79.

— Condensation mit Aceton (Bildung der Körper $C_{23}H_{22}O_9$ und $C_{13}H_{14}O_5$) und Acetophenon (Bildung eines Körpers $C_{18}H_{16}O_5$). G. Goldschmiedt. 474—478.

Opiansäureanhydrid: Verhalten gegen Alkohol und gegen Cyankalium. G. Goldschmiedt und L. Egger. 59.

***i*-Orcin:** Const. S. v. Niementowski. 621.

***s*-Orcin:** Schmelzp., Einw. von Jodmethyl und Kali (Bildung von Dimethylorcin, Dimethylorcindimethyläther, Orcindimethyläther, dem Ester eines isomeren Dimethylorcins und anderen Körpern), Rückbildung aus Orcindimethyläther. A. Kraus. 191—204.

Orcindimethyläther: Darst., Überf. in Dibromorcindimethyläther und in Orcin. A. Kraus. 197—202.

Osazone: Verhalten gegen Fehling'sche Lösung. H. Strache. 528.

Oxäthylbenzylamin: Darst., Eig., Überf. in Benzylmorpholin und in Chloräthylbenzylamin. G. Goldschmiedt und R. Jahoda. 82—85.

Oxalat von Dihydrojodchinidin 673 (A. Schubert und Zd. H. Skraup).

Oxalsäure: Haltbarkeit ihrer $^1/_{10}$-normalen Lösung, Verhalten gegen Tellursäure. B. Brauner. 36—37.

— Verhalten gegen Maleïnsäure. Zd. H. Skraup. 125.

— Bildung aus Natriumäthylat und -amylat durch den Luftsauerstoff. F. v. Hemmelmayr. 155—159.

Oxime von Butyraldehydsulfosäure 550 (G. Haubner), Crotonaldehyd 410, 637 (T. Schindler), *p*-Phenylbenzophenon 501 (G. Koller), Salicylaldehydäthyläther 396 (M. Löw).

***o*-Oxybenzaldoxim,** s. *o*-Äthoxylbenzaldoxim.

***p*-Oxybenzoësäure:** Bildung aus dem Überwallungsharz der Fichte. M. Bamberger. 461—463.

Oxybutandisulfosäure: Darst. ihres Ba-Salzes aus Crotonaldehyd, Eig. Zus. desselben, Überf. in Butyraldehydsulfosäure und β-Sulfobuttersäure, Const. G. Haubner. 543—549.

Oxybutansulfosäure: Darst. ihres Na-Salzes aus Butyraldehydsulfosäure, Eig. Zus. desselben, trockene Destillation (Bildung von Crotyl- und *n*-Butylalkohol). G. Haubner. 552—555.

α-Oxy-*i*-buttersäure: Eig. Zus. des Silbersalzes, trockene Destillation desselben (Bildung von α-Oxy-*i*-buttersäure). J. Kachler. 349.

β-Oxybuttersäure, s. γ-Trichlor-β-oxybuttersäure.

***p*-Oxychinolin,** s. *p*-Chinanisol.

Oxycumarine: Färbevermögen. St. v. Kostanecki und E. Schmidt. 321 bis 322.

Oxyhexylsäuren, s. β-Trimethylmilchsäure.
Oxyketone: Färbevermögen. St. v. Kostanecki und E. Schmidt. 321 bis 322.
***p*-Oxyphenylpropionsäure,** s. Hydro-*p*-cumarsäure.
Oxyxanthone: Färbevermögen. St. v. Kostanecki und E. Schmidt. 321.
***p*-Oxyzimmtsäure,** s. *p*-Cumarsäure.

P.

Palladium: Verhalten gegen Wasserstoff. G. Neumann und F. Streintz. 652—653.
Palmitinsäure: Bildung der freien Säure bei der trockenen Destillation ihres Silbersalzes. J. Kachler. 347—348.
Pentandicarbonsäuren, s. Methylpropylmalonsäure.
Permanganate, s. Kaliumpermanganat.
Phenol: Bildung aus *p*-Phenolsulfosäure mit Jodwasserstoff. R. Benedikt und M. Bamberger. 4.
***p*-Phenolsulfonsäure:** Einw. von Jodwasserstoff (Überf. in Phenol). R. Benedikt und M. Bamberger. 4.
***p*-Phenylbenzoësäure:** Darst. ihres Anilids aus *p*-Phenylbenzophenonoxim, Eig. Zus. desselben, Überf. in die Säure. G. Koller. 503—505.
***p*-Phenylbenzophenon:** Darst., Eig. Zus. des Oxims, Umwandlung in das Anilid der *p*-Phenylbenzoësäure, Einw. von PCl_5 auf das Oxim, Const. desselben, Benzoyläther; Darst. Eig. Zus. der Phenylhydrazinverbindung des *p*-Phenylbenzophenons; Reduction des Oxims zu Amidophenyldiphenylmethan. G. Koller. 501—508.
Phenyldiguanid: Zus. und Schmelzp. seines Chlorhydrats, Einw. von Ätzbaryt (Bildung von CO_2, NH_3, Anilin, Phenylharnstoff, Phenylguanidin, Guanidin und Harnstoff), Reaction mit $CuSO_4$ und $CHCl_3$. F. Emich. 15—18.
Phenyldiphenylketon, s. *p*-Phenylbenzophenon.
Phenyldiphenylmethylamin, s. Amidophenyldiphenylmethan.
Phenylessigsäure: Bildung der freien Säure bei der trockenen Destillation des Silbersalzes. J. Kachler. 349.
Phenylguanidin: Bildung aus Phenyldiguanid, Goldchloriddoppelsalz. F. Emich. 16—17.
Phenylharnstoff: Bildung aus Phenyldiguanid. F. Emich. 16.
Phenylhydrazin: Quant. Best. desselben, Verhalten gegen Aceton und Traubenzucker, Anwendung zur Best. des Carbonylsauerstoffes der Aldehyde und Ketone. H. Strache. 524—532.
Phenylhydrazone von *p*-Phenylbenzophenon 507 (G. Koller), Salicylaldehydäthyläther 398 (M. Löw), Tetramethoxydiphtalylsäure 70 (G. Goldschmiedt und L. Egger).
Phloroglucin: Bildung aus Bergapten. C. Pomeranz. 387.
— Bildung aus Resorcin. J. Herzig. 183.

BIBLIOTHEK
Nº
DER WIRTSCHAFTS-AKADEMIE

Über die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf schwefelhaltige Substanzen

von

Rudolf Benedikt und Max Bamberger.

Aus dem Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. Jänner 1891.)

Schon Zeisel[1] hat beobachtet, dass seine Methoxylbestimmungsmethode für die Untersuchung schwefelhaltiger Methyläther nicht anwendbar ist: „Bei ungeänderter Versuchsanordnung fällt in Folge der Bildung von Schwefelwasserstoff — selbst aromatische Sulfonsäuren geben hiezu Anlass — mit dem Jodsilber auch Schwefelsilber nieder. Aber auch, wenn der schwefelwasserstoffhaltige Jodmethyldampf durch die Lösung eines durch Schwefelwasserstoff bei Gegenwart von freier Säure fällbaren Metalls hindurchgeleitet wurde, waren die Resultate nicht brauchbar; die erhaltene Jodmenge blieb beträchtlich hinter der theoretisch geforderten zurück."

Wir haben nun mit dem von Benedikt und Grüssner beschriebenen Apparate eine Reihe von Versuchen ausgeführt, um Klarheit darüber zu erhalten, ob die Gegenwart von Schwefel die Methoxylbestimmung in allen Fällen oder nur dann stört, wenn sich der Schwefel in bestimmter Bindung befindet.

Die Kugeln des Apparates wurden mit zehnprocentiger Jodcadmiumlösung und rothem Phosphor gefüllt, wodurch in allen Fällen der Schwefelwasserstoff fast vollständig zurückgehalten wurde. Die ganz geringe Menge Schwefelsilber, welche sich zuweilen noch mit dem Jodsilber-Silbernitrat niederschlägt, löst sich leicht, wenn man das Jodsilber genau nach Zeisel's Vorschrift mit verdünnter Salpetersäure erwärmt.

[1] Monatshefte für Chemie, 1886, S. 409.

Methylschwefelsaures Kali, $K(CH_3)SO_4 + {}^1/_2H_2O$.

1. 0·2873 *g* Substanz lieferten 0·3430 *g* Jodsilber, entsprechend 76·2% methylschwefelsaures Kali.

2. 0·1540 *g* Substanz gaben 0·2134 *g* Jodsilber, entsprechend 93·7% methylschwefelsaures Kali.

Bei beiden Versuchen war reichliche Abscheidung von freiem Schwefel, welcher sich zum Theile in Form eines weissen Beschlages an den Kolbenhals ansetzte, und von Jod bemerkbar. Um dies zu vermeiden, brachten wir bei dem folgenden Versuch ${}^1/_2$ *g* rothen Phosphor mit der Substanz zusammen in das Siedekölbchen. Nun traten weder Joddämpfe auf, noch fand Schwefelabscheidung statt, das Resultat war aber trotzdem unbefriedigend.

3. 0·1690 *g* Substanz gaben bei Zusatz von ${}^1/_2$ *g* Phosphor 0·2123 *g* Jodsilber, entsprechend 85·09% methylschwefelsaures Kali.

Beim Entleeren des Apparates zeigte die durch Schwefelcadmium und Phosphor getrübte Jodcadmiumlösung deutlichen Mercaptangeruch. Es erschien daher wahrscheinlich, dass der Verlust an Methyl durch Mercaptanbildung entstehe. Wir haben nun zunächst Quecksilbermercaptid untersucht.

Quecksilbermercaptid.

Dasselbe erzeugte beim Kochen mit Jodwasserstoffsäure sowohl in der Jodcadmium-, als in der alkoholischen Silbernitratlösung weisse Niederschläge, welche in ganz verdünnter, warmer Salpetersäure vollständig löslich waren. Es hatte sich somit weder Schwefelcadmium, noch Jodsilbernitrat ausgeschieden, die Niederschläge bestanden aus Cadmium- und Quecksilbermercaptid. Mercaptan wird demnach durch Jodwasserstoffsäure von 1·70 specifischem Gewicht nicht angegriffen.

Kaliumsulfat und Schwefelsäure.

Die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf Kaliumsulfat wurde der Bequemlichkeit halber ebenfalls mit dem Methoxylbestimmungsapparate studirt, dessen Kugeln aber zu diesem Zwecke entleert waren, so dass er nur als Rückflusskühler diente. An das Ende des Rohres, welches sonst in die Silberlösung

BIBLIOTHEK
Nº
DER WIRTSCHAFTS-AKADEMIE

Über die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf schwefelhaltige Substanzen

von

Rudolf Benedikt und Max Bamberger.

Aus dem Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. Jänner 1891.)

Schon Zeisel[1] hat beobachtet, dass seine Methoxylbestimmungsmethode für die Untersuchung schwefelhaltiger Methyläther nicht anwendbar ist: „Bei ungeänderter Versuchsanordnung fällt in Folge der Bildung von Schwefelwasserstoff — selbst aromatische Sulfonsäuren geben hiezu Anlass — mit dem Jodsilber auch Schwefelsilber nieder. Aber auch, wenn der schwefelwasserstoffhaltige Jodmethyldampf durch die Lösung eines durch Schwefelwasserstoff bei Gegenwart von freier Säure fällbaren Metalls hindurchgeleitet wurde, waren die Resultate nicht brauchbar; die erhaltene Jodmenge blieb beträchtlich hinter der theoretisch geforderten zurück."

Wir haben nun mit dem von Benedikt und Grüssner beschriebenen Apparate eine Reihe von Versuchen ausgeführt, um Klarheit darüber zu erhalten, ob die Gegenwart von Schwefel die Methoxylbestimmung in allen Fällen oder nur dann stört, wenn sich der Schwefel in bestimmter Bindung befindet.

Die Kugeln des Apparates wurden mit zehnprocentiger Jodcadmiumlösung und rothem Phosphor gefüllt, wodurch in allen Fällen der Schwefelwasserstoff fast vollständig zurückgehalten wurde. Die ganz geringe Menge Schwefelsilber, welche sich zuweilen noch mit dem Jodsilber-Silbernitrat niederschlägt, löst sich leicht, wenn man das Jodsilber genau nach Zeisel's Vorschrift mit verdünnter Salpetersäure erwärmt.

[1] Monatshefte für Chemie, 1886, S. 409.

Methylschwefelsaures Kali, $K(CH_3)SO_4 + {}^1/_2H_2O$.

1. 0·2873 *g* Substanz lieferten 0·3430 *g* Jodsilber, entsprechend 76·2% methylschwefelsaures Kali.

2. 0·1540 *g* Substanz gaben 0·2134 *g* Jodsilber, entsprechend 93·7% methylschwefelsaures Kali.

Bei beiden Versuchen war reichliche Abscheidung von freiem Schwefel, welcher sich zum Theile in Form eines weissen Beschlages an den Kolbenhals ansetzte, und von Jod bemerkbar. Um dies zu vermeiden, brachten wir bei dem folgenden Versuch ${}^1/_2$ *g* rothen Phosphor mit der Substanz zusammen in das Siedekölbchen. Nun traten weder Joddämpfe auf, noch fand Schwefelabscheidung statt, das Resultat war aber trotzdem unbefriedigend.

3. 0·1690 *g* Substanz gaben bei Zusatz von ${}^1/_2$ *g* Phosphor 0·2123 *g* Jodsilber, entsprechend 85·09% methylschwefelsaures Kali.

Beim Entleeren des Apparates zeigte die durch Schwefelcadmium und Phosphor getrübte Jodcadmiumlösung deutlichen Mercaptangeruch. Es erschien daher wahrscheinlich, dass der Verlust an Methyl durch Mercaptanbildung entstehe. Wir haben nun zunächst Quecksilbermercaptid untersucht.

Quecksilbermercaptid.

Dasselbe erzeugte beim Kochen mit Jodwasserstoffsäure sowohl in der Jodcadmium-, als in der alkoholischen Silbernitratlösung weisse Niederschläge, welche in ganz verdünnter, warmer Salpetersäure vollständig löslich waren. Es hatte sich somit weder Schwefelcadmium, noch Jodsilbernitrat ausgeschieden, die Niederschläge bestanden aus Cadmium- und Quecksilbermercaptid. Mercaptan wird demnach durch Jodwasserstoffsäure von 1·70 specifischem Gewicht nicht angegriffen.

Kaliumsulfat und Schwefelsäure.

Die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf Kaliumsulfat wurde der Bequemlichkeit halber ebenfalls mit dem Methoxylbestimmungsapparate studirt, dessen Kugeln aber zu diesem Zwecke entleert waren, so dass er nur als Rückflusskühler diente. An das Ende des Rohres, welches sonst in die Silberlösung

taucht, wurde eine Peligot'sche Röhre angesetzt, welche zur Absorption des Schwefelwasserstoffes mit ammoniakalischer Kupferlösung gefüllt war. Nach Beendigung des Versuches wurde die Kupferlösung schwach angesäuert, das Kupfersulfid abfiltrirt und durch Erhitzen mit Schwefel im Wasserstoffstrom in Sulfür übergeführt.

1. 0·3053 *g* Kaliumsulfat lieferten 0·0355 *g* Kupfersulfür, entsprechend 4·28% Schwefel. Im Kölbchen fand sich geschmolzener Schwefel vor. Die verdünnte und filtrirte Lösung gab mit Chlorbaryum keine Trübung, somit war die gesammte Schwefelsäure reducirt worden.

Von den 18·37% Schwefel, welche das Kaliumsulfat enthält, sind demnach 4·68% als Schwefelwasserstoff entwichen, 13·69% als Schwefel abgeschieden worden.

2. 0·4055 *g* Kaliumsulfat, mit 10 cm^3 Jodwasserstoffsäure und 0·5 *g* rothem Phosphor erhitzt, gaben nur vorübergehend Schwefelabscheidung, welche bei weiterem Kochen verschwand. Das Gewicht des Kupfersulfürs betrug 0·1716 *g*, entsprechend 17·90% Schwefel. Da das Kaliumsulfat 18·37% Schwefel enthält, ist somit nahezu die gesammte Schwefelsäure zu Schwefelwasserstoff reducirt worden.

Freie Schwefelsäure verhält sich gegen Jodwasserstoffsäure genau wie Kaliumsulfat. Baryumsulfat löst sich in Jodwasserstoffsäure unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff und Abscheidung von Schwefel allmählig auf.

Nitroeugenol, $C_{10}H_{11}NO_4$.

Es war nun zunächst die Frage zu entscheiden, ob die Gegenwart schwefelhaltiger Substanzen auch störend wirkt, wenn dieselben der methoxylhaltigen Substanz nur beigemischt sind. Zu diesem Zwecke wurde Nitroeugenol mit rothem Phosphor und Jodwasserstoffsäure unter Zusatz von Kaliumsulfat gekocht.

1. 0·2162 *g* Nitroeugenol, mit 0·4588 *g* Kaliumsulfat, 0·5 *g* rothem Phosphor und 10 cm^3 Jodwasserstoffsäure erhitzt, lieferten 0·2010 *g* Jodsilber, entsprechend 11·84% Methoxyl (berechnet 14·83%).

Die Gegenwart schwefelhaltiger Zusätze wirkt somit in der That störend ein.

2. 0·2792 *g* Nitroeugenol, mit Jodwasserstoffsäure und Phosphor gekocht, gaben 0·3042 *g* Jodsilber, entsprechend 14·37% Methoxyl (berechnet 14·83%).

Daraus geht hervor, dass man den rothen Phosphor auch direct zusammen mit der Substanz in das Siedekölbchen bringen kann, was den Vortheil hat, dass keine Joddämpfe aufsteigen und durch dieselben weder der Apparat verschmutzt, noch die Korke angegriffen werden. Jodfreie Jodwasserstoffsäure wirkt nämlich bei der Temperatur, welche am Ende des Kolbenhalses herrscht, nicht mehr auf die Korke ein, was umso wichtiger ist, als die Korksubstanz selbst beim Kochen mit Jodwasserstoffsäure Jodmethyl liefert.

Paraphenolsulfonsaures Kali.

Dasselbe liefert beim Erhitzen mit Jodwasserstoffsäure reichlich Schwefelwasserstoff und Schwefel. Ein Versuch in etwas grösserem Maassstabe, welchen Herr Dr. Strache ausführte, zeigte, dass dabei leicht und vollständig Phenol zurückgebildet wird.

Es wurde nämlich der Inhalt des Siedekölbchens mit Wasser verdünnt, mit Äther ausgeschüttelt und die ätherische Schichte mehrmals mit Wasser gewaschen. Beim Verdunsten des Äthers hinterblieb eine krystallinisch erstarrende, leicht schmelzbare Masse vom charakteristischen Geruche des Phenols, welche sich in Tribromphenolbrom überführen liess.

Die Jodwasserstoffsäure hat demnach die Sulfonsäure schon bei gewöhnlichem Druck in Phenol und Schwefelsäure zu spalten vermocht und diese zu Schwefelwasserstoff und Schwefel reducirt.

Eine ähnliche Wirkung übt bekanntlich concentrirte Salzsäure bei erhöhtem Druck und höherer Temperatur auf Sulfonsäuren aus. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass die Reaction dann Anwendung finden wird, wenn man das Arbeiten im zugeschmolzenen Rohr vermeiden will, oder wenn die sich bildende Schwefelsäure oder die Salzsäure selbst bei der erforderlichen hohen Temperatur Nebenwirkungen auf die Substanz ausüben.

Wir behalten uns das Studium dieser Reaction vor.

BIBLIOTHEK
Nº
DER WIRTSCHAFTS-AKADEMIE

Über die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf schwefelhaltige Substanzen

von

Rudolf Benedikt und Max Bamberger.

Aus dem Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. Jänner 1891.)

Schon Zeisel[1] hat beobachtet, dass seine Methoxylbestimmungsmethode für die Untersuchung schwefelhaltiger Methyläther nicht anwendbar ist: „Bei ungeänderter Versuchsanordnung fällt in Folge der Bildung von Schwefelwasserstoff — selbst aromatische Sulfonsäuren geben hiezu Anlass — mit dem Jodsilber auch Schwefelsilber nieder. Aber auch, wenn der schwefelwasserstoffhaltige Jodmethyldampf durch die Lösung eines durch Schwefelwasserstoff bei Gegenwart von freier Säure fällbaren Metalls hindurchgeleitet wurde, waren die Resultate nicht brauchbar; die erhaltene Jodmenge blieb beträchtlich hinter der theoretisch geforderten zurück."

Wir haben nun mit dem von Benedikt und Grüssner beschriebenen Apparate eine Reihe von Versuchen ausgeführt, um Klarheit darüber zu erhalten, ob die Gegenwart von Schwefel die Methoxylbestimmung in allen Fällen oder nur dann stört, wenn sich der Schwefel in bestimmter Bindung befindet.

Die Kugeln des Apparates wurden mit zehnprocentiger Jodcadmiumlösung und rothem Phosphor gefüllt, wodurch in allen Fällen der Schwefelwasserstoff fast vollständig zurückgehalten wurde. Die ganz geringe Menge Schwefelsilber, welche sich zuweilen noch mit dem Jodsilber-Silbernitrat niederschlägt, löst sich leicht, wenn man das Jodsilber genau nach Zeisel's Vorschrift mit verdünnter Salpetersäure erwärmt.

[1] Monatshefte für Chemie, 1886, S. 409.

Methylschwefelsaures Kali, $K(CH_3)SO_4 + {}^1/_2H_2O$.

1. 0·2873 *g* Substanz lieferten 0·3430 *g* Jodsilber, entsprechend 76·2% methylschwefelsaures Kali.

2. 0·1540 *g* Substanz gaben 0·2134 *g* Jodsilber, entsprechend 93·7% methylschwefelsaures Kali.

Bei beiden Versuchen war reichliche Abscheidung von freiem Schwefel, welcher sich zum Theile in Form eines weissen Beschlages an den Kolbenhals ansetzte, und von Jod bemerkbar. Um dies zu vermeiden, brachten wir bei dem folgenden Versuch ${}^1/_2$ *g* rothen Phosphor mit der Substanz zusammen in das Siedekölbchen. Nun traten weder Joddämpfe auf, noch fand Schwefelabscheidung statt, das Resultat war aber trotzdem unbefriedigend.

3. 0·1690 *g* Substanz gaben bei Zusatz von ${}^1/_2$ *g* Phosphor 0·2123 *g* Jodsilber, entsprechend 85·09% methylschwefelsaures Kali.

Beim Entleeren des Apparates zeigte die durch Schwefelcadmium und Phosphor getrübte Jodcadmiumlösung deutlichen Mercaptangeruch. Es erschien daher wahrscheinlich, dass der Verlust an Methyl durch Mercaptanbildung entstehe. Wir haben nun zunächst Quecksilbermercaptid untersucht.

Quecksilbermercaptid.

Dasselbe erzeugte beim Kochen mit Jodwasserstoffsäure sowohl in der Jodcadmium-, als in der alkoholischen Silbernitratlösung weisse Niederschläge, welche in ganz verdünnter, warmer Salpetersäure vollständig löslich waren. Es hatte sich somit weder Schwefelcadmium, noch Jodsilbernitrat ausgeschieden, die Niederschläge bestanden aus Cadmium- und Quecksilbermercaptid. Mercaptan wird demnach durch Jodwasserstoffsäure von 1·70 specifischem Gewicht nicht angegriffen.

Kaliumsulfat und Schwefelsäure.

Die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf Kaliumsulfat wurde der Bequemlichkeit halber ebenfalls mit dem Methoxylbestimmungsapparate studirt, dessen Kugeln aber zu diesem Zwecke entleert waren, so dass er nur als Rückflusskühler diente. An das Ende des Rohres, welches sonst in die Silberlösung

taucht, wurde eine Peligot'sche Röhre angesetzt, welche zur Absorption des Schwefelwasserstoffes mit ammoniakalischer Kupferlösung gefüllt war. Nach Beendigung des Versuches wurde die Kupferlösung schwach angesäuert, das Kupfersulfid abfiltrirt und durch Erhitzen mit Schwefel im Wasserstoffstrom in Sulfür übergeführt.

1. 0·3053 *g* Kaliumsulfat lieferten 0·0355 *g* Kupfersulfür, entsprechend 4·28% Schwefel. Im Kölbchen fand sich geschmolzener Schwefel vor. Die verdünnte und filtrirte Lösung gab mit Chlorbaryum keine Trübung, somit war die gesammte Schwefelsäure reducirt worden.

Von den 18·37% Schwefel, welche das Kaliumsulfat enthält, sind demnach 4·68% als Schwefelwasserstoff entwichen, 13·69% als Schwefel abgeschieden worden.

2. 0·4055 *g* Kaliumsulfat, mit 10 cm^3 Jodwasserstoffsäure und 0·5 *g* rothem Phosphor erhitzt, gaben nur vorübergehend Schwefelabscheidung, welche bei weiterem Kochen verschwand. Das Gewicht des Kupfersulfürs betrug 0·1716 *g*, entsprechend 17·90% Schwefel. Da das Kaliumsulfat 18·37% Schwefel enthält, ist somit nahezu die gesammte Schwefelsäure zu Schwefelwasserstoff reducirt worden.

Freie Schwefelsäure verhält sich gegen Jodwasserstoffsäure genau wie Kaliumsulfat. Baryumsulfat löst sich in Jodwasserstoffsäure unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff und Abscheidung von Schwefel allmählig auf.

Nitroeugenol, $C_{10}H_{11}NO_4$.

Es war nun zunächst die Frage zu entscheiden, ob die Gegenwart schwefelhaltiger Substanzen auch störend wirkt, wenn dieselben der methoxylhaltigen Substanz nur beigemischt sind. Zu diesem Zwecke wurde Nitroeugenol mit rothem Phosphor und Jodwasserstoffsäure unter Zusatz von Kaliumsulfat gekocht.

1. 0·2162 *g* Nitroeugenol, mit 0·4588 *g* Kaliumsulfat, 0·5 *g* rothem Phosphor und 10 cm^3 Jodwasserstoffsäure erhitzt, lieferten 0·2010 *g* Jodsilber, entsprechend 11·84% Methoxyl (berechnet 14·83%).

Die Gegenwart schwefelhaltiger Zusätze wirkt somit in der That störend ein.

2. 0·2792 *g* Nitroeugenol, mit Jodwasserstoffsäure und Phosphor gekocht, gaben 0·3042 *g* Jodsilber, entsprechend 14·37% Methoxyl (berechnet 14·83%).

Daraus geht hervor, dass man den rothen Phosphor auch direct zusammen mit der Substanz in das Siedekölbchen bringen kann, was den Vortheil hat, dass keine Joddämpfe aufsteigen und durch dieselben weder der Apparat verschmutzt, noch die Korke angegriffen werden. Jodfreie Jodwasserstoffsäure wirkt nämlich bei der Temperatur, welche am Ende des Kolbenhalses herrscht, nicht mehr auf die Korke ein, was umso wichtiger ist, als die Korksubstanz selbst beim Kochen mit Jodwasserstoffsäure Jodmethyl liefert.

Paraphenolsulfonsaures Kali.

Dasselbe liefert beim Erhitzen mit Jodwasserstoffsäure reichlich Schwefelwasserstoff und Schwefel. Ein Versuch in etwas grösserem Maassstabe, welchen Herr Dr. Strache ausführte, zeigte, dass dabei leicht und vollständig Phenol zurückgebildet wird.

Es wurde nämlich der Inhalt des Siedekölbchens mit Wasser verdünnt, mit Äther ausgeschüttelt und die ätherische Schichte mehrmals mit Wasser gewaschen. Beim Verdunsten des Äthers hinterblieb eine krystallinisch erstarrende, leicht schmelzbare Masse vom charakteristischen Geruche des Phenols, welche sich in Tribromphenolbrom überführen liess.

Die Jodwasserstoffsäure hat demnach die Sulfonsäure schon bei gewöhnlichem Druck in Phenol und Schwefelsäure zu spalten vermocht und diese zu Schwefelwasserstoff und Schwefel reducirt.

Eine ähnliche Wirkung übt bekanntlich concentrirte Salzsäure bei erhöhtem Druck und höherer Temperatur auf Sulfonsäuren aus. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass die Reaction dann Anwendung finden wird, wenn man das Arbeiten im zugeschmolzenen Rohr vermeiden will, oder wenn die sich bildende Schwefelsäure oder die Salzsäure selbst bei der erforderlichen hohen Temperatur Nebenwirkungen auf die Substanz ausüben.

Wir behalten uns das Studium dieser Reaction vor.

Über die Biguanide

von

F. Emich.

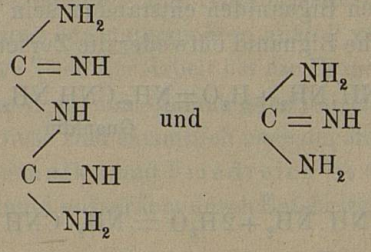
Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. technischen Hochschule in Graz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. Jänner 1891.)

A. Allgemeines.

Beim Beginn der vorliegenden Arbeit habe ich mir zwei verschiedene Aufgaben gestellt.

Der Zweck des ersten Theiles der Untersuchung war, Spaltungsproducte der Biguanide darzustellen, um einen experimentellen Zusammenhang zwischen diesen Körpern und einfachen Kohlensäureamiden aufzufinden, insbesondere, wenn möglich, Guanidine daraus zu erhalten. Kennen wir doch, wenn man von Rathke's Synthese des Biguanids aus Guanidin und Cyanamid[1] und von Bamberger's Darstellung des „Phenylguanylguanidins“[2] absieht, nicht eine einzige Reaction, aus der jene nahe Verwandtschaft zwischen Biguanid und Guanidin, die man in den Formeln



längst zum Ausdruck gebracht hat, unmittelbar hervorginge.

---

[1] Ber. d. D. ch. G. **12**, 777.

[2] Daselbst **13**, 1582.

Dabei ist noch zu bedenken, dass Rathke's Reaction, durch Nebenprocesse ausserordentlich getrübt, nur eine minimale Ausbeute gibt, nämlich nicht einmal 0·5 Theile Biguanid aus 100 Theilen Guanidin.

Die bisher mit dem Biguanid ausgeführten Spaltungsversuche haben immer zu den einfachsten Zersetzungsproducten: Kohlensäure, Ammoniak,[1] Cyansäure und Cyanamid[2] geführt, weil die angewandten Mittel — Schwefelsäure von 1·47 sp. G. bei 200°, alkoholische Kalilauge von 100° und glühender Kalk — derart waren, dass die Bildung von Harnstoff, Guanidin etc. von vorneherein ausgeschlossen blieb.

Ich habe desshalb versucht, gelinder wirkende Reagentien anzuwenden. Dabei wurde sofort beobachtet, dass die Biguanide zwar gegen Säuren, wie kochende Salzsäure, selbst bei Gegenwart von kräftigen Oxydationsmitteln, wie Kaliumchlorat, recht beständig sind, dass sie aber durch starke Basen leicht zersetzt werden. Erhitzt man ein Biguanid z. B. mit Barytwasser zum Sieden, so tritt in Kurzem ammoniakalischer Geruch auf, und nach etwa einer halben Stunde gibt die Probe beim Versetzen mit einem Kupfersalz meist keine Rothfärbung mehr. Hiebei entstehen:

aus Biguanid: Harnstoff und Guanidin;

aus Methylbiguanid: Methylharnstoff, Harnstoff, Guanidin und vielleicht auch Methylguanidin;

aus Phenylbiguanid: Phenylharnstoff, Harnstoff, Phenylguanidin und Guanidin.

Da die Harnstoffe sowohl secundär aus den Guanidinen, wie auch direct aus den Biguaniden entstanden sein können, so gilt für das gewöhnliche Biguanid entweder die Zersetzungsgleichung

$$\underset{\text{Biguanid}}{NH_2.CNH.NH.CNH.NH_2} + H_2O = \underset{\text{Guanidin}}{NH_2.CNH.NH_2} + \underset{\text{Harnstoff}}{NH_2.CO.NH_2}$$

oder

$$NH_2.CNH.NH.CNH.NH_2 + 2H_2O = NH_2.CNH.NH_2 + CO_2 + 2NH_3.$$

---

[1] Emich, Monatshefte f. Ch. **4**, 412.

[2] Derselbe, Monatshefte für Ch. **10**, 342.

Die substituirten Biguanide hingegen zerfallen im Sinne der Schemen

$$NH_2.CNH.NH.CNH.NHR^1+H_2O = NH_2.CNH.NHR+ \\ +NH_2.CO.NH_2$$

und

$$NH_2.CNH.NH.CNH.NHR+H_2O = NH_2.CNH.NH_2+ \\ +NH_2.CO.NHR$$

oder

$$NH_2.CNH.NH.CNH.NHR+2H_2O = NH_2.CNH.NHR+ \\ +CO_2+2NH_3$$

und

$$NH_2.CNH.NH.CNH.NHR+2H_2O. = NH_2.CNH.NH_2+ \\ +CO_2+NH_3+NH_2R.$$

Natürlich wird ein Theil der entstehenden Körper auch weiter in Kohlensäure und Ammoniak (beziehungsweise Aminbase) gespalten.

Aus dem Angegebenen geht hervor, dass die Substituente R (zunächst Phenyl) nicht bestimmend auf den Verlauf der Spaltung einwirkt, etwa derart, dass beispielsweise nur Phenylharnstoff und Guanidin oder nur Phenylguanidin und Harnstoff entstehen würden. In dieser Thatsache scheint mir ein Beweis für den symmetrischen Bau des Biguanidmoleküls zu liegen.

Man wird wohl nicht irre gehen, wenn man annimmt, dass sich die übrigen bisher dargestellten einfach substituirten Biguanide (Äthyl-, Isobutyl- und Allylbiguanid) in Bezug auf die erwähnte Spaltung den untersuchten analog verhalten.

Der zweite Theil der Arbeit hat die Frage nach der Stellung der Substituente R in den einfach substituirten Biguaniden zum Gegenstande. Diese sind sämmtlich nach der Methode von Herth[2] (modificirt von Smolka und Friedreich[3 4]) dargestellt worden, das Phenylbiguanid ausserdem durch Entschwefelung von Phenyl-

[1] Bezüglich der Stellung der Substituente R s. unten.

[2] Monatshefte f. Ch. **1**, 88.

[3] Monatshefte f. Ch. **9**, 228.

[4] Monatshefte f. Ch. **10**, 86.

guanylthioharnstoff (Bamberger [1]), und wenn auch die Constitution des letztgenannten Biguanids von Bamberger bereits angegeben worden ist, so haben wir doch über die der einfach alkylirten Guanylguanidine nur Vermuthungen.[2]

Herth's Methode besteht bekanntlich in der Anlagerung von Ammoniak oder Aminbasen an Dicyandiamid. Diese Reaction soll mit Rücksicht auf die gebräuchlichen Constitutionsformeln der Ausgangsverbindung besprochen werden.

1. Fasst man das Dicyandiamid mit Bamberger, Rathke, Smolka und Friedreich als Cyanguanidin auf, so lässt sich die Einwirkung der einfach substituirten Ammoniake nach folgenden zwei Schemen darstellen:

$$\begin{array}{l} NH_2.CNH.NH.CN+ \\ \qquad\qquad\vdots \\ \qquad +NH\vdots HR \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} NH_2.CNH.NH.C.NHR \\ \qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad\quad NH \end{array} \qquad \text{I)}$$

$$\begin{array}{l} NH_2.CNH.NH.CN+ \\ \qquad\qquad\vdots \\ \qquad +NR\vdots HH \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} NH_2.CNH.NH.C.NH_2 \\ \qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad\quad NR \end{array} \qquad \text{II)}$$

Mit anderen Worten, die Herth'sche Reaction kann zu zwei verschiedenen einfach substituirten Biguaniden führen, je nachdem der Eintritt der Substituente R in die Amido- oder in die Imidogruppe erfolgt.

Die Entscheidung hierüber liess sich durch das Studium des Verhaltens der zweifach substituirten Ammoniake treffen: Im Falle I, d. h., wenn die Substituente der Amidogruppe zustrebt, muss das entstehende zweifach substituirte Biguanid von der Formel

$$NH_2.CNH.NH.CNH.NR_2$$

sein, d. h. bei hydrolytischer Spaltung wieder Diamin neben Kohlensäure und Ammoniak geben:

$$\begin{array}{l} NH_2.CNH.NH.CN+ \\ \qquad\qquad\vdots \\ \qquad +NH\vdots RR \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} NH_2CNH.NH.C.NRR \\ \qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad\quad NH \end{array} \qquad \text{III)}$$

[1] L. c.

[2] Vergl. z. B. Smolka, Monatshefte f. Ch. 4, 815.

und

$$NH_2.CNH.NH.CNH.NR_2 + 4H_2O = 2CO_2 + 4NH_3 + NHR_2.$$

Im Falle II hingegen würde, falls überhaupt eine Einwirkung stattfände, ein Biguanid von der Formel

$$NH_2.CNH.NH.CNR.NHR$$

entstehen müssen, das dann bei derselben Zersetzung zwei Moleküle Monamin ergäbe:

$$\begin{array}{l} NH_2.CNH.NH.CN+ \\ \qquad\qquad\vdots \\ \qquad +NR\vdots HR \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} NH_2.CNH.NH.C.NHR \\ \qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad\quad NR \end{array} \qquad IV)$$

und

$$NH_2.CNH.NH.CNR.NHR + 4H_2O = 2CO_2 + 3NH_3 + 2NH_2R.$$

Weil nun die Versuche, welche mit Diäthyl- und Diphenylamin angestellt worden sind, zu Biguaniden mit der der Formel III entsprechenden Constitution geführt haben, also die Amidogruppe von der Substituente bevorzugt wird, ist anzunehmen, dass auch bei Einwirkung primärer Basen Biguanide von der Formel

$$NH_2.CNH.NH.CNH.NHR$$

hervorgehen.

Dadurch ist die Constitution der alkylirten Biguanide festgestellt und für das Phenylbiguanid Bamberger's Formel bestätigt.

Indess wäre vielleicht auch eine andere Art zu schliessen von vorneherein nicht ganz abzuweisen.

Nimmt man an, dass nicht die Substituente als solche, sondern der Bau des Aminmoleküls bestimmend auf die Art der Anlagerung wirkt, mit anderen Worten, denkt man sich die primären Basen von den secundären durch Austausch von R gegen H abgeleitet:

$$\begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\!\!>\!N{-}H \rightarrow \begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\!\!>\!N{-}R,$$

so müsste die Einwirkung der einfach substituirten Ammoniake im Sinne des Formelbildes

$$\begin{array}{l} NH_2.CNH.NH.CN+ \\ \qquad\qquad\vdots \\ \qquad +NR\vdots HH \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} NH_2.CNH.NH.C.NHH \\ \qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad\quad NR \end{array}$$

Organische Säuren üben also durchwegs geringen Einfluss, und die kleinen Differenzen ihrer Wirkung lassen sich vorläufig nicht erklären.

Die Umwandlung der Maleïnsäure durch Säuren könnte vielleicht auch derart gedeutet werden, dass diese vorübergehend Äpfelsäure bilden, die unter Wasserabspaltung Fumarsäure liefert. Obzwar schon die bisher beschriebenen Beobachtungen gegen eine solche Auslegung sprechen, habe ich doch noch einige Versuche ausgeführt, die zeigten, dass eine 25% Äpfelsäurelösung in den verschiedensten Verhältnissen mit Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure vermischt, bei gewöhnlicher Temperatur Fumarsäure auch nach vielwöchentlichem Stehen nicht abscheidet, während ganz analog gemischte Maleïnsäurelösungen reichlich abgeschieden haben.

Stellt man die Resultate, die dieser Abschnitt geliefert hat, zusammen, so ergibt sich erstlich, dass nur jene Säuren die Maleïnsäure leicht in Fumarsäure verwandeln, die auf jene leicht chemisch einzuwirken vermögen.

Bei den Halogenwasserstoffsäuren lässt sich unzweideutig verfolgen, dass Umwandlung und Entstehung eines Additionsproductes gleichzeitig sind, dass also beide Vorgänge gesetzmässig in Verbindung stehen, nachdem ganz dasselbe für die Einwirkung von Wasser, sowie für die Einwirkung von Brom gilt und gewiss ebenso für die Einwirkung von Chlor richtig sein dürfte, nachdem ferner für einige dieser Reactionen festgestellt und für andere sehr wahrscheinlich ist, dass die entstehenden Additionsproducte in Folge ihrer relativen Beständigkeit als Zwischenformen nicht in Frage kommen, muss auf einen katalytischen Zusammenhang der nebeneinander laufenden Processe geschlossen werden.

Die Gründe, die dafür sprechen, dass die Addition der ursächliche und die Umlagerung der katalytisch angeregte Process ist, brauchen wohl nicht besonders erörtert zu werden. Einige Schwierigkeiten macht es, die freilich nur geringe Verschiedenheit in der Wirkung organischer Säuren, die Thatsache, dass manche Säuren die Wirkung reinen Wassers herabmindern, endlich zu erklären, dass Salpetersäure, von der ein Additionsproduct weder erwartet, noch nachgewiesen werden konnte, die Umwandlung so erheblich bewirkt.

Ich kann es also nur als Vermuthung hinstellen, dass die Salpetersäure dadurch katalytisch wirkt, dass sie einen Theil der Maleïnsäure oxydirt; die Beobachtungen der folgenden Abschnitte dürften diese Vermuthung unterstützen.

Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf Salze der Maleïnsäure.

Die Salze mit Schwermetallen setzen sich mit Schwefelwasserstoff sehr leicht um, wenn sie fein gepulvert sind und beim Durchleiten des Gases umgeschüttelt wird. Das Filtrat vom Metallsulfid eingedampft und mit fumarsäurehältigem Wasser auf ein solches Volum (in der Regel 5 oder 10 cm^3) gebracht, dass die Maleïnsäure leicht in Lösung gehen kann, scheidet ausnahmslos Fumarsäure ab. Obzwar die physikalischen Eigenschaften der schwer löslichen Säure und ihr Verhalten beim Erhitzen über ihre Natur keinen Zweifel liessen, habe ich doch in zwei Fällen die Elementaranalyse ausgeführt, welche scharf stimmende Werthe ergab. Die relative Menge von Fumarsäure ist einmal von der Natur des Metalls, welches in das Sulfid übergeht, ausserdem aber noch von einer Reihe anderer Umstände abhängig, welche genau festzustellen nicht gelungen ist. Dem naheliegenden Einwurf, die verwendeten Salze hätten von vornherein fumarsaures Salz enthalten, können die Thatsachen begegnen, dass erstlich zu ihrer Darstellung möglichst reine Maleïnsäure[1] in Anwendung gekommen ist, dass zweitens die Salze in einer mit Fumarsäure gesättigten Lösung, die freie Mineralsäure enthält, vollständig auflöslich waren, dass es sich in den meisten Fällen nicht um eine spurenweise, sondern oft sehr bedeutende Umwandlung handelt und letztere überdies bei ein- und demselben Präparat

[1] Aus der käuflichen Maleïnsäure, die stets, oft viel Fumarsäure enthält, kann durch Umkrystallisiren ein ganz reines Präparat nicht erhalten werden. Die Maleïnsäure war überall dort, wo es sich um die Abwesenheit jeder Spur von Fumarsäure gehandelt hat, derart gereinigt, dass Maleïnsäureanhydrid in einer unzureichenden Menge Chloroform in der Kälte gelöst, die von dem Ungelösten, das Fumarsäure enthält, abgegossene Lösung theilweise abdestillirt, das Auskrystallisirte nochmals in gleicher Weise behandelt, endlich in wenig lauwarmem Wasser in die Säure übergeführt wurde. Die so erhaltenen grossen Krystalle lösen sich in Fumarwasser absolut klar auf.

sehr verschieden gefunden wurde, wenn noch secundäre Einflüsse auftraten.

I. Maleïnsaures Kupfer.

4 Antheile von je 1 *g* maleïnsaurem Kupfer (Nummern 1 bis 4, 2 und 4 mit je 2 *g* Kupfercarbonat vermischt) wurden mit 25 cm^3 Wasser übergossen, 1 und 2 in der Kälte, 3 und 4 kochend mit Schwefelwasserstoff zerlegt. Das Einleiten wurde fortgesetzt, bis die Flüssigkeiten auch nach einigem Stehen nach Schwefelwasserstoff deutlich rochen. Die Filtrate (von 1, 2 und 4 dunkelgrün gefärbt) wurden eingedampft, bis das colloidale Schwefelkupfer filtrirbar war, dann zur Trockene und mit Wasser auf 5 cm^3 gebracht.

	1	2	3	4
Zur Titration der Fumarsäure wurden gebraucht cm^3 $^1/_{10}$ NaOH	35·5	37·7	19·1	60·3
Fumarsäure gebildet in Procenten....	35·1	37·7	20·7	57·2

Maleïnsäure war in allen vier Operationen unverändert geblieben; in Versuch 3 war gar kein, in 1 und 2 wenig, in 4 viel colloidales Schwefelkupfer in Lösung gegangen.

Eine ungewogene Menge Kupfersalz wurde im kochenden Wasserbad nicht länger mit Schwefelwasserstoff behandelt, bis das blaue Pulver vollständig schwarz geworden war. Lösung wie oben auf 5 cm^3 gebracht, nach zwei Tagen wurde der Titre der Lauge über der abgeschiedenen Fumarsäure und diese selbst bestimmt. Die Lösung war so gut wie frei von Schwefelsäure.

1 cm^3 Lösung braucht 13·00 cm^3, die Fumarsäure 24·5 cm^3 $^1/_{10}$ NaOH. Umwandlung 27·37.

a) 1 *g* Maleïnsäure in 25 *g* Wasser gelöst, mit 1 *g* Kupfercarbonat bis zur Beendigung der Kohlensäureentwickelung digerirt, im kochenden Wasserbad mit SH_2 $1^1/_2$ Stunden behandelt, letzterer im CO_2-Strome verdrängt, im Vacuum eingeengt, filtrirt, auf 10 cm^3 gebracht.

b) 1 *g* Maleïnsäure mit 10 *g* Kupfercarbonat, sonst wie oben behandelt, während dem Einleiten noch 30 *g* Wasser zu, um den dicken Brei im Kolben etwas dünner zu machen. Beide Proben wurden mit Wasser auf 10 cm^3 gebracht.

In *a*) und *b*) Maleïnsäure noch unverändert, die abgeschiedene Fumarsäure nahezu gleich viel. Durch einen Unfall wurde die directe Bestimmung vereitelt, desshalb eine indirecte durch Ermittelung des Titres der Lösung über der ausgeschiedenen Fumarsäure vorgenommen, die für *b*) etwas zu niedrige Werthe ergeben musste, da die Lösung *b*) Schwefelsäure enthielt.

	1	2
Titre der Lösung in cm^3 $^1/_{10}$ NaOH	6·99	8·84
Fumarsäure in Procenten.....	64·1	53·6

Maleïnsaures Kupfer scheidet demnach unter allen Umständen neben Maleïnsäure Fumarsäure ab, umsomehr, je länger Schwefelwasserstoff eingeleitet wurde, und scheint die Bildung von colloidalem Schwefelkupfer die Umwandlung in Fumarsäure zu begünstigen. Die Umsetzung von beigemischtem Carbonat in Schwefelkupfer hat dagegen keinen Einfluss.

II. Maleïnsaures Blei.

a) Ungewogene Menge rasch zerlegt mit Fumarwasser auf 5 cm^3. Titre der Lösung 32·9 $^1/_{10}$ NaOH, Fumarsäure braucht 39·0 cm^3. Umwandlung 19·6%.

b) 1·5 *g* (= 0·464 Säure) mit 9 *g* Bleiweiss (aus Bleiessig mit CO_2 ausgefällt), 15 Minuten im SH_2-Strom (1), dann 1·5 *g* ohne Bleiweisszusatz (2) ebensolang behandelt. Beide mit Fumarwasser auf 10 cm^3.

	1	2
Fumarsäure brauchte cm^3 $^1/_{10}$ NaOH	25·4	25·2
Umwandlung in Procenten.....	31·7	31·5

Das Bleisalz verhält sich dem Kupfersalz ganz gleich. Die vermehrte Bildung von Metallsulfid aus dem Carbonat ist auch hier ohne Einfluss.

III. Silbersalz.

a) 1 *g* Salz (= 0·353 Säure), dargestellt durch Fällen des Ammonsalzes, zerlegt und mit Fumarwasser auf 5 cm^3 gebracht.

b) 2·0803 *g* Salz (= 0·7357 *g* Säure), dargestellt aus reinem Baryumsalz, zerlegt und mit Fumarwasser auf 10 cm^3 gebracht.

	a	*b*
Fumarsäure braucht cm^3 $^1/_{10}$ NaOH	4·0	16·9
Umwandlung	6·6%	13·2%

IV. Zerlegung verschiedener Salze unter möglichst gleichen Bedingungen.

Da das Silbersalz auffallend weniger Fumarsäure abschied als die Salze des Kupfers und des Bleies, erwies sich nothwendig festzustellen, ob auch sonst die Natur des Metalls von Einfluss sei. Um möglichst gleiche Bedingungen zu erreichen, sind äquivalente Mengen der Salze (auf 1·5 *g* Kupfersalz berechnet) mit je 25 cm^3 Wasser in demselben Fractionskolben nicht länger im Schwefelwasserstoffstrom bei Wasserbadwärme behandelt worden,

bis kein unzersetztes Salz wahrnehmbar war; es dauerte dies in allen Fällen etwa 7 Minuten. Hierauf ist vermittelst eines Dreiweghahnes der Schwefelwasserstoffstrom durch Kohlendioxyd ersetzt, dies etwa 10 Minuten durchgeleitet, die Lösung dann vor der Pumpe filtrirt, gleichmässig mit luftfreiem Wasser verdrängt, eingedampft, der Rückstand mit Fumarwasser auf 5 cm^3 gebracht, die Fumarsäure nach zwei Tagen filtrirt und bestimmt worden.

	Fumarsäure brauchte $^1/_{10}$ NaOH	Fumarsäure gebildet in Proc. der Maleïnsäure
1·5 *g* Kupfersalz	23·3	13·7
3·016 *g* Bleisalz	27·5	16·2
	22·1	13·0
1·457 *g* Nickelsalz	3·2	1·9
2·983 *g* Cadmiumsalz[1]	52·3	19·8
	30·2	11·9
1·822 *g* Zinksalz	3·5	1·8
	3·1	1·8

Obzwar trotz möglichst gleichmässigem Arbeiten bei ein und demselben Metallsalz nicht unerhebliche Abweichungen vorliegen, die einen genauen Vergleich erschweren, so sind doch die Differenzen zwischen den Salzen verschiedener Metalle so gross, dass Versuchsfehler nicht angenommen werden können und desshalb die Natur des Metalls auf den Grad der Umwandlung zweifellos bestimmenden Einfluss hat.

Es liegt nahe, die relativen Mengen Fumarsäure, die bei den verschiedenen Reactionen entstehen, mit den Wärmetönungen der letzteren in Vergleich zu setzen. Abgesehen davon, dass die ermittelten Zahlen zweifellos nur annähernde Richtigkeit haben werden, fehlen aber auch eine Reihe thermochemischer Werthe, und desshalb ist der Vergleich nicht möglich.

Bei den beschriebenen Versuchen ist die von der Fumarsäure getrennte Lösung, die Maleïnsäure enthielt, jedesmal auf eine Ver-

[1] Das durch Eintragen von Cadmiumcarbonat in eine warme Lösung von Maleïnsäure, Filtriren vom Ungelösten und Eindampfen bis zur Krystallisation erhaltene Salz ist nicht das Neutrale, sondern ein schwer definirbares Gemisch von viel saurem und etwas neutralem Salz. Bei der Berechnung in obiger Tabelle ist die aus den Analysenwerthen sich ergebende Menge an Säure in Rechnung gezogen.

unreinigung durch Salzsäure und Schwefelsäure geprüft worden. Mit Ausnahme zweier Einzelnversuche, bei denen die Abweichung schon bemerkt ist, waren die Lösungen von den zwei Säuren so gut wie frei. Im äussersten Fall trat beim Nachweis eine leichte Opalescenz ein.

Die Überführung der Maleïnsäure kann also durch Schwefelsäure, die durch Oxydation des Schwefelwasserstoffes entstehen kann, oder durch aus dem Entwickelungsapparat mitübergerissene Salzsäure nicht bewirkt sein. Ausserdem habe ich schon früher nachgewiesen, dass verdünnte Schwefelsäure auf Maleïnsäure beim Erwärmen so gut wie ohne Wirkung ist.

Man kann die Entstehung der Fumarsäure auch nicht als eine allgemein giltige Wirkung ansehen, die eintritt, wenn die Säure durch ein beliebiges Mittel frei wird, da das Silbersalz wohl Fumarsäure liefert, wenn es mit Schwefelwasserstoff, nicht aber, wenn es mit Salzsäure zerlegt wird.

2·3412 *g* desselben Silbersalzes, das, mit Schwefelwasserstoff zerlegt, 13·3% der Säure als Fumarsäure abschied, sind mit Wasser übergossen und bei gewöhnlicher Temperatur mit $^1/_{10}$ N. Salzsäure genau zerlegt worden. Die eingedampfte Säure mit Fumarwasser auf 10 cm^3 gebracht, schied nicht die Spur einer unlöslichen Verbindung ab, eine Umwandlung war also nicht eingetreten.

Anderseits liefert das Barytsalz der Maleïnsäure, mit Schwefelsäure zerlegt, Fumarsäure.

2·1565 *g* in Wasser gelöst und mit der aus dem Barytgehalt (wie er durch Analyse festgestellt wurde) berechneten Menge $^1/_{10}$ N. H_2SO_4 vermischt und mit Fumarwasser auf 10 cm^3. Die abgeschiedene Fumarsäure verbrauchte 0·8 cm^3 $^1/_{10}$ NaOH, entsprechend einer Umlagerung von 0·5%.

Bei manchen der beschriebenen Versuche ist eine Vermehrung der Fumarsäure dann eingetreten, wenn länger Schwefelwasserstoff eingeleitet wurde, als zur Zerlegung unbedingt nothwendig war. Um festzustellen, ob und in welchem Grade Schwefelwasserstoff Einfluss hat, dienten folgende Versuche:

1. 1 *g* Maleïnsäure in 100 *g* Wasser $1^1/_2$ Stunden im Schwefelwasserstoffstrom bei Wasserbadwärme, dann 1 Stunde mit CO_2 behandelt, eingedampft und mit Fumarwasser auf 5 cm^3 gebracht.

2. 2 *g* Maleïnsäure in 10 cm^3 H_2O $^1/_2$ Stunde kalt, $^1/_2$ Stunde heiss, dann wieder $^1/_2$ Stunde kalt mit Schwefelwasserstoff behandelt, eingedampft und auf 10 cm^3 gebracht.

3. 1 *g* Maleïnsäure genau so behandelt wie die unter IV. beschriebenen äquivalenten Mengen Salze, mit ebensoviel Wasser verdünnt, als sonst zum Waschen verwendet wurde, dann auf 4 cm^3 gebracht.

4. 1 *g* Maleïnsäure $^1/_2$ Stunde in der Kälte mit SH_2 eingedampft, auf 5 cm^3 gebracht.

	1	2	3	4
Fumarsäure braucht cm^3 $^1/_{10}$ NaOH	6·4	5·5	0·3	0
Umwandlung in Procenten.....	3·71	1·59	0·17	0

Bei den unter IV auf S. 135 beobachteten Bedingungen, unter welchen die Salze zerlegt wurden, ist Schwefelwasserstoff also so gut wie ohne Einfluss, ebenso in der Kälte, bei längerer Einwirkung in der Wärme bewirkt er aber deutlich Umwandlung.

Um über diese einigermassen Vorstellung zu erhalten, habe ich gleichzeitig mit dem in 2. beschriebenen Versuch unter ganz denselben Umständen den Schwefelwasserstoffstrom in 10 cm^3 reines Wasser und zwei andere Kölbchen treten lassen, von denen jedes eine Lösung von 2 *g* Maleïnsäure enthielt.

Eines der letzteren wurde durch eine halbe Stunde mit dem Kohlensäureapparat verbunden, der Inhalt dann in eine Schale gespült und über Ätzkali ins Vacuum gestellt. Über Nacht war jede Schwefelwasserstoffreaction verschwunden. Die Lösung mit überschüssigem Kaliumbicarbonat und Salpeter vermischt, eingedampft und schliesslich im Silbertiegel verascht, gab eine kaum wahrnehmbare Schwefelsäurereaction.

Ein zweites Kölbchen mit Maleïnsäurelösung und das mit Wasser habe ich gleichmässig mit Wasser vermischt, den Inhalt in überschüssiges Bromwasser gebracht und die durch Oxydation des Schwefelwasserstoffes entstandene Schwefelsäure bestimmt.

Reines Wasser gab .....0·2737 *g* $BaSO_4$,
die Maleïnsäurelösung .....0·3868 *g* $BaSO_4$.

Die Maleïnsäurelösung absorbirt also zwar mehr von dem Gase als Wasser, die eventuell entstehende Verbindung ist aber so locker, dass sie schon beim Stehen im Vacuum zerfällt.

Bei anhaltendem Erhitzen tritt aber bestimmt eine energischere Einwirkung ein. Je 2 *g* Maleïnsäure wurden einmal in Alkohol, das anderemal in Wasser gelöst, im Einschmelzrohr bei —20° mit Schwefelwasserstoff gesättigt, dann 2 Stunden auf 100° erhitzt, nach dem Öffnen abermals unter Kühlung mit Eis und Kochsalz mit dem Gase gesättigt und wieder erhitzt.

Der Inhalt der Röhren ist im Vacuum theilweise abdestillirt, dann am Wasserbad auf ein kleines Volum gebracht worden.

Der Rest der alkoholischen Lösung schied zuerst ein wenig eines schwer löslichen Pulvers, anscheinend Fumarsäure ab und hinterliess dann eine sehr leicht lösliche Säure, auf welche die Eigenschaften der Thioäpfelsäure von Carius passen. Aus der wässerigen Flüssigkeit schossen dagegen ziemlich schwer lösliche Prismen einer schwefelhältigen Säure an, die keinesfalls die erwähnte Thiosäure sein kann. Über die Natur dieser Producte müssen weitere Untersuchungen Aufschluss bringen.

Ob die Bildung eines dieser Körper damit im Zusammenhange steht, dass bei länger fortgesetztem Einleiten in Maleïnsäure mehr Fumarsäure entsteht, ist desshalb auch nicht zu entscheiden.

Gleichzeitige Einwirkung von Schwefelwasserstoff und Schwefeldioxyd.

Schwefelwasserstoff ist auf Maleïnsäurelösung bei mittlerer Temperatur von geringer Einwirkung. Dasselbe gilt, wie schon erwähnt, aber noch nicht näher beschrieben worden ist, vom Schwefeldioxyd.

5 cm^3 25% Lösung $^1/_2$ Stunde in der Kälte, dann $1^1/_2$ Stunden bei Wasserbadtemperatur mit SO_2 behandelt, dann im Vacuum theilweise abdestillirt, eingedampft und mit Fumarwasser auf 5 cm^3 gebracht. Fumarsäure braucht 2·8 cm^3 $^1/_{10}$ NaOH. Umwandlung 1·6%.

5 cm^3 wie oben $^1/_2$ Stunde in der Kälte behandelt, dann 14 Tage stehen gelassen, eingedampft, wie oben behandelt. Fumarsäure braucht 0·95 cm^3 $^1/_{10}$ NaOH. Umwandlung 0·5%.

Wird aber Maleïnsäurelösung mit Schwefeldioxyd und mit Schwefelwasserstoff gesättigt und erwärmt, so wird reichlich Fumarsäure gebildet.

a) 1 *g* Säure in 100 cm^3 wässeriger schwefliger Säure gelöst, mit SH_2 behandelt, bis dessen Geruch vorwaltet, eingedampft, bis der Schwefel filtrirbar ist, fast zur Trockene eingedampft und mit Fumarwasser auf 10 cm^3 gebracht.

Fumarsäure brauchte 67·6 cm^3 $^1/_{10}$ NaOH. Umwandlung 40·4%.

b) 2 *g* Maleïnsäure in 10 cm^3 Wasser mit SO_2, dann mit SH_2 gesättigt, dann wie oben behandelt.

Fumarsäure braucht 65·1 cm^3. Umwandlung 18·8%.

c) 10 cm^3 Wasser mit SO_2, dann mit SH_2 gesättigt, eingedampft, filtrirt, dann erst mit 2 *g* Maleïnsäure vermischt, dreimal unter Erneuerung des Wassers eingedampft, dann auf 10 cm^3 gebracht.

Fumarsäure braucht 19·2 cm^3. Umwandlung 5·5%.

Da Schwefeldioxyd sowohl wie Schwefelwasserstoff unter analogen Verhältnissen keine oder doch nur sehr geringe Wirkung haben, diese aber in hohem Grade eintritt, wenn beide gleichzeitig eingeleitet werden, so muss die Umwandlung der Maleïnsäure in dem chemischen Zusammenwirken beider Gase ihren Grund haben.

In 10 cm^3 Wasser wurden, das eine Volum für sich, das andere nach dem Eintragen von 2 *g* Maleïnsäure mit SO_2 unter Kühlen mit Wasser gesättigt. Der Inhalt beider, nachdem sie gut verschlossen über Nacht gestanden waren, in Bromwasser eingetragen und mit $BaCl_2$ gefällt.

Reines Wasser gab ..... 3·7068 *g* $BaSO_4$,
Maleïnsäurelösung gab ..... 4·2555 *g* $BaSO_4$.

Maleïnsäure absorbirt also in wässeriger Lösung ebenso mehr SO_2 wie reines Wasser, als SH_2.

Mag man nun aber annehmen, dass das Plus an SO_2 oder SH_2 mit der Maleïnsäure eine lockere Verbindung eingeht und diese dann mit dem zweiten Gase in einer ganz unerklärten Weise reagire und bei dem einen oder dem anderen Verlaufe Fumarsäure entstehen soll, so lassen sich die quantitativ ermittelten Verhältnisse damit doch in keiner Weise erklären.

Aus den mitgetheilten Daten berechnen sich auf 1 Mol. Maleïnsäure d. s. 116 Theile 8·7 Theile SO_2 und aus den auf S. 138 veröffentlichten auf 116 Maleïnsäure 0·95 Theile SH_2, die chemisch gebunden sein könnten.

Aus diesen Zahlen ergibt sich, dass wenn die Action von SH_2 auf ein lockeres Additionsproduct zwischen Maleïnsäure und SO_2 Fumarsäure liefern sollte, von letzterer unter den eingehaltenen Bedingungen nur 13% der Maleïnsäure entstehen könnte, im umgekehrten Falle bloss 2%, während thatsächlich bei gleichzeitiger Einwirkung beider Gase 18% gebildet wurden. Man muss also auch hier ausschliessen, dass intermediäre Additionsproducte bei der Umwandlung eine Rolle spielen und wird die Ursache dieser geradeso wie in anderen Fällen in der Energieänderung zu suchen haben, die bei der Einwirkung von SO_2 und SH_2 in wässeriger Lösung vor sich geht.

Diese Ansicht wird durch den Umstand unterstützt, dass wie ein Vergleich zwischen den Versuchen *a)*, *b)* und *c)*, S. 139 und 140, lehrt, die Umwandlung umso bedeutender ist, je mehr der beiden Gase in Wirkung treten, und dass sie zurücktritt, wenn wie in *c)* die chemischen Processe schon grösstentheils abgelaufen waren, bevor die Maleïnsäure zukam.

Im Rahmen einer Untersuchung alle jene Reactionen anzugehen, von denen nach den gemachten Erfahrungen ein Einfluss auf die Umlagerung der Maleïnsäure zu erwarten steht, ist natürlich unausführbar.

Ich beschränke mich, einige chemische Umsetzungen anzuführen, denen ein Einfluss abgeht.

So verliefen resultatslos Versuche, die Umwandlung der Maleïnsäure in Fumarsäure durch Erhitzen ihrer wässerigen Lösung mit Acetessigester, Essigester, dann Aldehyd und Paraaldehyd unter Zufügung einer Spur von Schwefelsäure ($^1/_{10}$ cm^3 $^1/_{10}$ N) zu bewirken.

Dasselbe gilt von der Zerlegung des Essigsäureanhydrids durch Maleïnsäurelösung bei gewöhnlicher Temperatur oder bei 100°. Die quantitative Verfolgung zeigte, dass hiebei nicht die Spur Fumarsäure entsteht.

Dagegen ist ein Einfluss mancher Oxydationsprocesse wahrzunehmen. Mit Sicherheit gelang es jenen für die Oxydation des SO_2 durch Salpetersäure nachzuweisen. Eine 25% Lösung mit $^1/_5$ des Volums gew. NO_3H vermischt und dann mit SO_2 in der Kälte gesättigt, schied im Verlauf einiger Tage reichlich Fumarsäure ab, viel mehr als Salpetersäure derselben Concentration in derselben Zeit bei Abwesenheit von Schwefeldioxyd hätte bilden können. Ebenso war manchmal wahrzunehmen, dass Gemische von Maleïnsäure und Salpetersäure mehr Fumarsäure beim Erwärmen abschieden, wenn ihnen Alkohol oder Aldehyd zugefügt wurde, als ohne einen solchen Zusatz (siehe auch S. 124 über die Umwandlung durch Salpetersäure allein).

Schlussbemerkungen.

Die möglichst genaue Verfolgung der Umstände, unter welchen Maleïnsäure beim Erhitzen mit Wasser, durch die Einwirkung von Jodwasserstoff, und Salzsäure in Fumarsäure übergeht, in Ver-

bindung mit schon bekannten Verhältnissen, wie sie für die Wirkung von Bromwasserstoff und freiem Brom von Anderen festgestellt sind, zwingt zu dem Schlusse, dass additionelle Verbindungen bei der Umlagerung als Zwischenglieder nicht anzunehmen sind, ausser man wollte jenen im Entstehungszustande ganz andere Eigenschaften zuschreiben als solche, die sie sonst besitzen.

Schliesst man diese Annahme aus, so bleibt keine andere übrig, als die einer katalytischen Wirkung, welche die Processe, bei welchen die Maleïnsäure unter Aufnahme von Wasser, den Halogenwasserstoffsäuren, den Halogenen in gesättigte Verbindungen übergeht, auf die Maleïnsäure üben und sie zur Umlagerung, d. i. zum Übergang in die Fumarsäure zwingen. Unter diesem einheitlichen Gesichtspunkt lassen sich wohl die meisten der bisher bekannt gewesenen Übergangsreactionen zusammenfassen.

Nachdem weiter die Maleïnsäure nicht bloss durch Reactionen, bei denen sie theilweise andere Elemente, wie die des Wassers der Salzsäure etc. aufnimmt, sondern auch bei der Zerlegung ihrer Metallsalze durch Schwefelsäure und besonders durch Schwefelwasserstoff dieselbe Umlagerung in Fumarsäure erfährt und es sich gezeigt hat, dass bei allen diesen Reactionen definirbare Zwischenproducte wiederum ausgeschlossen bleiben, muss auch hier ein katalytischer Einfluss zugestanden werden. Dasselbe gilt auch für die Wirkung, welche die chemischen Processe üben, die beim Zusammentreten von Schwefeldioxyd und Schwefelwasserstoff ablaufen.

Wahrscheinlich wird die relative Menge von Fumarsäure, die gebildet wird, mit dem Mass des Umsatzes chemischer Energie in einem gewissen Verhältnisse stehen, vorläufig fehlen jedoch die Daten, um diese Vermuthung auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Warum chemische Processe, wie die erwähnten, eine katalytische Wirkung üben, anderen, wie der Aufnahme von Wasser durch anhydridartige Körper eine solche abgeht, ist kaum zu entscheiden.

Ist das hier Vorgeführte richtig, so gilt es zweifellos nicht für den speciellen Fall der Umlagerung von Maleïnsäure in Fumarsäure allein, sondern für eine grosse Zahl anderer Reactionen,

vor Allem für die Umlagerungen der Homologen in der Reihe der Maleïn- und Fumarsäure, vielleicht für manche der ungesättigten Säuren, deren leichte Verwandlung in andere neuestens durch v. Baeyer und Fittig festgestellt wurde, vielleicht auch für so manche andere Reaction, die aus stereochemischen Gründen wichtig geworden ist, wie die Umlagerung von Oximen und deren Estern.

Es wäre darum von grosser Wichtigkeit, wenn dem Auftreten parallel laufender Reactionen und der Stabilität eventueller additioneller Zwischenstufen bei anderer Gelegenheit Aufmerksamkeit geschenkt würde.

Wie mir vorkommt, lässt sich eines der bekanntesten Beispiele von Umlagerung, die des gelben Phosphors in rothen, durch verschiedene chemische Processe, wie bei der Darstellung von Alkyljodiden, bei der Einwirkung von Halogenen, weiter die Abscheidung von amorphem Schwefel aus Sulfiden gelegentlich deren Oxydation, am besten erklären, wenn man auch bei diesen annimmt, dass z. B. die chemische Umsetzung zwischen Phosphor, Jod und Alkohol die katalytische Ursache des Überganges in die allotrope Modification ist.

Auf dem Boden stereochemischer Anschauungen kann doch ein principieller Unterschied zwischen dem Übergang von Maleïnsäure in Fumarsäure und der Verwandlung eines Elementes in die allotrope Modification kaum gezogen werden.

Vielleicht ist auch die Vermuthung richtig, dass es auf den katalytischen Einfluss chemischer Processe zurückzuführen ist, wenn bei Substitutionsprocessen je nach Umständen verschiedene Isomere entstehen.

Die bisher vorgeführten Thatsachen sind nicht im Stande zu entscheiden, ob die Verschiedenheit zwischen der Maleïn- und der Fumarsäure structurchemisch oder stereochemisch ihren Grund hat, d. h. ob die le Bel-van t'Hoff'schen Formeln oder die von Anschütz verfochtenen Geltung haben, und der strenge Beweis wird überhaupt nicht leicht zu erbringen sein.

Auf dem Boden der Anschütz'schen Vorstellungen kann man mit Consequenz einen katalytischen Einfluss ablehnen und sich mit additionellen Zwischenverbindungen behelfen, die von vornherein sehr unbeständig sind, deren Abwesenheit zu constatiren also belanglos ist.

Gegen die Laktonformel von Anschütz spricht nun einmal die Thatsache, dass Maleïnsäure, wie ich fand, bei nicht allzu langem Erwärmen mit wässerigem oder alkoholischem Ätzkali so gut wie nicht verändert wird, also unter diesen Umständen die Laktonverbindung, die nach der Annahme von Anschütz durch Säuren leicht gelöst wird, intact bleibt, das anderemal das Verhalten der Ester der Maleïnsäure. Anschütz selber hat vor längerer Zeit gefunden, dass Maleïnsäuremethylester, mit Jod erhitzt, in Fumarsäureester übergeht.

Dasselbe habe ich für den *p*-Brombenzylester constatiren können, dessen Krystallisationsvermögen den Nachweis sehr erleichtert. Der bei 80—81° schmelzende Maleïnsäureester geht in den bei 114—115° schmelzenden Fumarsäureester nicht über, wenn er in festem Zustand oder mit Alkohol oder Eisessig bis 10 Stunden auf 150—160° erhitzt wird, wohl aber, wenn den Flüssigkeiten etwas Jod zugesetzt ist.

Dieselbe Umwandlung geht schon in der Kälte und sehr rasch (im Verlauf weniger Stunden) vor sich, wenn man den Ester mit einer Lösung von Chlorwasserstoffgas in einem Gemisch von Eisessig mit etwas Essigsäureanhydrid übergiesst. Diese Lösung verwandelt auch Maleïnsäure in Fumarsäure, was dafür spricht, dass Wasser zur Umwandlung nicht nöthig ist.

Die Verwandlung des Esters erfolgt in der Kälte durch ein Gemisch von Eisessig, Essigsäureanhydrid und Salpetersäure nicht, ebensowenig wie die der Maleïnsäure, wohl aber beim Erhitzen auf 100°, und ersetzt man die Salpetersäure durch Schwefelsäure, so ist selbst bei 100° eine Veränderung nicht zu beobachten.

Die Verhältnisse liegen beim Ester geradeso wie bei der freien Säure, und diese zeigt bei Abschluss von Wasser den genannten drei Mineralsäuren gegenüber dasselbe Verhalten wie in wässeriger Lösung. Demnach müssen alle die Erscheinungen einheitlich erklärbar sein.

Man kann nun allerdings auf Grund der von Anschütz aufgestellten Theorien eine Erklärung finden, wie freie Maleïnsäure bei An- oder Abwesenheit von Wasser durch Säuren in Fumarsäure übergeführt wird, man kann den ganz analogen Übergang ihrer Ester aber nicht oder nur mit Zuhilfenahme

gewaltsamer Umlagerungen begreiflich machen, bei denen katalytische Einflüsse kaum zu umgehen sind. Die Nothwendigkeit, solche anzunehmen, ist für sich natürlich noch kein Grund, die sterische Formel der Maleïnsäure ausser Zweifel zu nehmen, sie benimmt aber in Verbindung mit anderen Bedenken der Laktonformel den hauptsächlichsten Vorzug, die Erscheinungen ausschliesslich structurchemisch erklären zu können.

Der Umstand, dass der Maleïnsäure-*p*-Brombenzylester durch Erhitzen nicht in den Fumarsäureester überzuführen ist, veranlasste das Verhalten verschiedener Salze der Maleïnsäure bei erhöhter Temperatur zu prüfen.

Es geschah dies derart, dass Proben der früher auf ihr Verhalten gegen Schwefelwasserstoff untersuchten Salze erhitzt und in Röhrchen mit verdünnter Salpetersäure übergossen wurden. Nach 3stündigem Trocknen auf 130° lösten sich mit Ausnahme des Silbersalzes alle klar auf, nach weiterem 3stündigen Trocknen auf 155° schieden sie etwas Fumarsäure ab, doch in geringer Menge.

So zeigten:

		$^1/_{10}$ NaOH verbraucht
0·2427 *g* Kupfersalz	eine Umwandlung von 8·6%	(2·35 cm^3)
1·1652 *g* Bleisalz	„ „ „ 5·1%	(3·55 cm^3)
0·3703 *g* Zinksalz	„ „ „ 2·0%	(0·75 cm^3)

Die Umwandlung ist viel geringer, als sie unter denselben Umständen bei freier Maleïnsäure eintreten würde.

Jene Salze, die beim Trocknen durch tiefergehende Zersetzung stärker zersetzt waren, enthielten auch mehr Fumarsäure, eine Thatsache, die sich den früher erwähnten enge anschliesst und weiter dafür spricht, dass die Umlagerung auf den katalytischen Einfluss chemischer Reactionen zurückzuführen ist.

Zur Theorie der Doppelbindung

von

Zd. H. Skraup.

Aus dem chemischen Institute der k. k. Universität in Graz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. April 1891.)

Das Studium verschiedener Reactionen, bei welchen Maleïnsäure in Fumarsäure übergeführt wird, hat mich zu dem Schluss geführt, dass dieser Übergang unmittelbar, also ohne irgend ein Zwischenglied stattfindet und durch nebenher laufende chemische Processe katalytisch bewirkt wird.

Da aller Wahrscheinlichkeit nach die beiden Säuren structuridentisch sind, ihre Isomerie also nach der le Bel van t'Hoff'schen Theorie stereochemisch aufzufassen ist, frägt es sich, in welcher Weise eine unmittelbare Umlagerung auf Grund der räumlichen Vorstellungen erklärbar ist.

Derartige Betrachtungen haben viel Missliches, und ich würde sie ganz unterdrücken, wenn nicht bei denselben das Wesentliche der doppelten Bindung mit in Frage käme, für welche, wie mir vorkommt, eine entsprechende Erklärung nicht besteht.

Es ist wohl nicht nöthig auseinanderzusetzen, dass und warum die Atome irgend eines Moleküls nicht in starrer Verbindung stehen, sondern dass Wärmestösse und chemische Einflüsse sie in Schwingungen versetzen werden.

In einem Molekül, das, wie wir sagen, gesättigt ist, z. B. im Äthan, werden demnach die Kohlenstoffatome sich nähern und entfernen, ebenso werden die Wasserstoffatome ihre Entfernungen von den Kohlenstoffatomen ändern, man kann aber in den meisten Fällen von einer solchen Bewegung absehen, da sie die Con-

figuration wesentlich nicht beeinflusst.[1] Auch in den sogenannten ungesättigten Verbindungen wird eine analoge Art von Schwingungen anzunehmen sein, bei welcher, z. B. im Äthylen, die Kohlenstoff- und Wasserstoffatome untereinander entfernt und genähert werden und welche auch wieder von keinem wesentlichen Einfluss auf die räumliche Anordnung sein wird.

Wenn nun, wie ich annehme, der Übergang der Maleïnsäure in Fumarsäure ohne ein chemisches Zwischenglied, also in einem substituirten Äthylen ein directes Umschlagen der sterischen maleïnoiden Form in die fumaroide möglich sein soll, so muss doch im ursprünglichen Molekül schon irgend ein Zustand vorhanden sein, der diese Veränderung ermöglicht. Man wird desshalb in dem Molekül ein Oscilliren um die Verbindungsaxe beider Kohlenstoffatome annehmen dürfen.

Um ohne Zeichnungen verständlich zu werden, füge ich Folgendes ein:

Man nehme zwei Kugeln, die an den Eckpunkten des eingeschriebenen Tetraeders Bohrungen haben, ich will sie Valenzpunkte nennen. Setzt man in jeder Kugel zwei Drähte ein, deren anderes Ende mit kleineren Kugeln von zwei Farben derart verbunden sind, dass jede Kohlenstoffkugel zwei verschiedenfärbige Kugeln besitzt und legt gleiche Farben auf dieselbe Seite, so hat man, wenn die Kohlenstoffkugeln so aneinander gerückt werden, dass die Valenzpunkte ohne Drähte sich symmetrisch gegenüberstehen, das übliche räumliche Modell der Maleïnsäureformel.

Mit Hilfe des Modells sieht man leicht, dass bei der supponirten Schwingung um die Verbindungslinie der Kohlenstoffatome die Valenzpunkte der beiden Kohlenstoffe, die früher direct gegenüberstanden, sich auswechseln müssen, wenn einmal die Schwingung über 90° hinausgegangen ist, da dann die Valenzpunkte des einen Kohlenstoffes in eine andere Anziehungssphäre gelangt sind. Diese Schwingungen werden die Folge von Anziehungs- und Abstossungskräften zwischen den Carboxylen und Wasserstoffatomen, beziehlich zwischen den Valenzen der doppelten

[1] Man könnte sich vielleicht vorstellen, dass bei Einwirkung von Halogenen gerade in besonders grossem Abstand vom Kohlenstoff befindliche Wasserstoffatome gegen Chlor ausgetauscht werden.

Bindung sein, in der Regel werden sie geringe Elongation haben, ein Umschlagen, der Übergang der maleïnoiden in die fumaroide Form wird also im Allgemeinen nicht leicht vor sich gehen können, er wird aber eintreten, wenn in Folge einer Art Resonanzwirkung Schwingungen, die durch nebenher laufende chemische Processe entstehen, die im Molekül stattfindenden, verstärken.

Da Maleïnsäureester und Maleïnate durch Temperaturerhöhung nicht oder doch schwierig in die Verbindungen der Fumarsäure übergeführt werden, kann man schliessen, dass Wärmestösse auf die besprochene Schwingungsart von geringem Einfluss sind.

Neben dieser einen intramolecularen Bewegung kann man in ungesättigten Verbindungen aber noch eine zweite Bewegungsart annehmen, die für die wichtigsten Merkmale der sogenannten doppelten Bindung die wesentlichere wäre.

Die Structurchemie gibt über das Wesen der doppelten Bindung, über den Unterschied zwischen dieser und der einfachen streng genommen keinen Aufschluss, auch nicht darüber, ob wirklich Doppelbindung oder einfache mit freien Affinitäten wahrscheinlicher sind. Gegen letztere sprechen die Thatsachen, dass Maleïnsäure und Fumarsäure bei additionellen Vorgängen, also dort, wo freie Affinitäten abgesättigt würden, häufig gleichzeitig in zwei verschiedene Verbindungen übergeht, so bei dem Übergang in Traubensäure und inactive Äpfelsäure.

Die Doppelbindung in der üblichen Vorstellung macht wieder andere Schwierigkeiten. Die zwei Bindungen können selbstverständlich nur gleich oder ungleich stark sein. Ist letzteres der Fall, dann ist die Entstehung von Traubensäure wieder unerklärlich, trifft das erstere zu, dann ist wieder schwer einzusehen, warum bei additionellen Processen in der Regel bloss eine Valenz gelöst wird, nicht aber gleichzeitig auch die andere.

Die angeführten, für die Doppelbindung am meisten eigenthümlichen Thatsachen sind also dann nur erklärlich, nimmt man zu dem anscheinend wunderlichen Ausweg Zuflucht, die beiden Valenzen der Doppelbindung sind gleich und doch wieder ungleich. Eine solche Annahme wird weniger unverständlich, wenn man eine zweite Art der Bewegung der Äthylenkohlenstoffe annimmt.

Haben chemische Einflüsse auf die Bewegung der Atome Einfluss und gibt man zu, dass im Äthan die Kohlenstoffatome in der Richtung, in der die eine Valenz sie verbindet, ihre Entfernungen ändern können, dann wird man eine principiell ganz analoge Bewegung auch der doppelten Bindung zugestehen müssen.

Diese besteht im Wesentlichen, wie wiederum das Modell leicht veranschaulicht, in einem Art Wälzen der Atome, in der Ebene, in welcher alle Valenzpunkte liegen, die der doppelten Bindung angehören. Bei diesem werden immer zwei Valenzpunkte abwechselnd genähert und entfernt, und bei extremer Bewegung hat man dann, räumlich genommen, abwechselnd auf der einen oder anderen Seite einfache Bindung, respective freie Valenzen.

Mit Ausnahme des jedenfalls seltensten Falles, in welchen beide Valenzen gleichwerthig wirken können und welcher durch die Ruhelage des Modells zum Ausdruck kommt, wird immer die eine Valenz fester binden wie die andere, desshalb wird bei additionellen Processen auch nur eine leicht zu lösen sein. In einer grossen Zahl von Molekülen, etwa der Maleïnsäure, wird jeder Phase links eine nach rechts entsprechen, und darum ist es erklärlich, dass bei Addition von zwei ungleichen Elementen oder Gruppen untereinander ungleiche Moleküle in gleicher Anzahl, dass also inactive Äpfelsäure etc. entstehen können. Am Modell ist leicht zu verfolgen, dass die beiden Arten von Bewegung sich bis zu einem gewissen Grade unterstützen, derart, dass die Valenzpunkte abwechselnd näher und weiter kommen.

Nachdem die Bewegungen nicht nur von äußeren Einflüssen, wie Wärmestössen, sondern auch von intramolekularen, chemischen, welche die Atome und Atomgruppen im Molekül aufeinander üben, abhängen werden, lässt sich auch dafür eine Erklärung finden, warum manche ungesättigte Verbindungen leicht, andere wieder sehr schwer addiren.

Das Auseinandergesetzte ist, wie mir vorkommt, eine Art Erweiterung und Umschreibung der Theorie der Spannungen, die v. Baeyer ausgesprochen hat, und vielleicht mechanisch leichter anschaulich.

Es lässt sich ohne weiteres auf ringförmige Gebilde mit einfacher Bindung übertragen: fügt man zwei oder mehr Vollretraëder, die auf den Mittelpunkten der Flächen die „Valenzpunkte" tragen, mit je einer Kante aneinander, so erhält man die Modelle für das Äthylen, Trimethylen etc. und kann sich leicht vorstellen, dass im Äthylen die Elongation der zweiten Art von Schwingung naturgemäss weiter sein und darum leichter Gelegenheit vorliegen wird, Brom etc. anzulagern, als im Trimethylen und in anderen ringförmigen Gebilden.

Spruchreif ist das Vorgebrachte gewiss noch nicht, und darum unterlasse ich auch ein weiteres Eingehen, das in mehr als einer Richtung nahe läge, so über die Art der dreifachen Bindung der Kohlenstoffatome und die mehrfache Bindung polyvalenter Elemente überhaupt.

Vielleicht liegt aber ein kleiner Fortschritt darin, den Wechsel in der Valenz in einer Änderung der Bewegung der Atome zu suchen.

Über die Oxydation der Natriumalkoholate durch den Sauerstoff der Luft

von

Franz v. Hemmelmayr.

Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. deutschen Universität in Prag.

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. April 1891.)

Schon Löwig[1] war es bekannt, dass Kaliumäthylat sich bei längerem Liegen an der Luft oxydirt. Als er ein solches längere Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetztes Kaliumäthylat mit Phosphorsäure destillirte, bekam er ein saures Destillat, in dem er Essigsäure nachweisen konnte. Auch alkoholische Kalilösung färbt sich an der Luft bald braun, unter Bildung von Aldehydharz und Essigsäure. Es schien desshalb einladend, die Wirkung des Sauerstoffes auf verschiedene Natriumalkoholate näher zu untersuchen und zu prüfen, ob es nicht etwa möglich wäre, den gesammten Alkohol in Säure zu verwandeln.

Ich will nun die Resultate einiger in dieser Richtung angestellter Versuche, sowie die daraus gezogenen Schlüsse mittheilen.

A. Allgemeines.

Die zu diesen Versuchen benöthigten Alkoholate wurden durch Lösen von Natrium in den betreffenden Alkoholen und Abdestilliren des überschüssigen Alkohols im Wasserstoffstrome hergestellt. Die so erhaltenen amorphen Körper wurden analysirt und zeigten sich der allgemeinen Formel $C_nH_{2n+1}O.Na$ gemäss zusammengesetzt.

Hierauf wurden sie unter möglichstem Ausschluss von Feuchtigkeit fein gepulvert, in weite Glasröhren gefüllt und im

---

[1] Pogg. Ann., 42, 399.

Luftbade erhitzt, während gleichzeitig vollkommen trockene Luft darüber geleitet wurde.

Nachdem die Einwirkung mehrere Stunden gedauert hatte, wurde im Luftstrome erkalten gelassen und ein gewogener Theil des Röhreninhaltes mit verdünnter Schwefelsäure so lange destillirt, bis keine sauren Tropfen mehr übergingen. Im Destillate wurde durch Titration mit Kalilauge die Menge der gebildeten Säure bestimmt. Die Quantität der fast immer mit entstandenen Kohlensäure musste für sich festgestellt werden, und zwar geschah dies durch Lösen einer gewogenen Menge in Wasser und Fällung mit Bariumchlorid. Sowohl die organischen Säuren, als auch die Kohlensäure wurden auf Natrium umgerechnet und in Procenten des gesammten Natriumgehaltes des Oxydationsproductes ausgedrückt. Der letztere wurde in der Weise ermittelt, dass der Destillationsrückstand in einer Platinschale eingedampft und geglüht wurde. Aus dem so erhaltenen Natriumsulfat berechnet sich der Natriumgehalt auf einfache Art.

B. Specieller Theil.

1. Einwirkung von Sauerstoff auf Natriummethylat.

Schon bei gewöhnlicher Temperatur, z. B. beim Stehen im Exsiccator, wird das Natriummethylat verändert. Sein Aussehen bleibt zwar vollkommen gleich, destillirt man es aber mit Schwefelsäure, so liefert es ein saures Destillat. Viel merklicher ist dies bei höherer Temperatur. Erhitzt man es nämlich im Luftstrome, so gehen bemerkenswerthe Mengen von Methylalkohol weg und nach längerer Zeit hat man bei genügend hoher Temperatur kein Alkoholat, sondern ein Salzgemisch vor sich. Wie wir später sehen werden, entsteht hiebei Ameisensäure und Kohlensäure.

Verfolgt man die Reaction quantitativ, so wird man finden, dass die Bildung der Ameisensäure schliesslich eine Grenze erreicht, und zwar dann, wenn beiläufig 50% des gesammten Natriums in Form von Formiat vorhanden sind. Von diesem Punkte an wird bloss noch Kohlensäure gebildet.

Ich will nun einige dieser Versuche, von denen viele ausgeführt worden sind, kurz mittheilen:

a) Temperatur 100; Dauer der Einwirkung 6^h.

7·979 *g* wurden mit Schwefelsäure destillirt. Das Destillat brauchte 2·094 *g* Kaliumhydroxyd zur Neutralisation.

In 1·560 *g* Substanz fanden sich 0·069 *g* CO_2.

Der gesammte Natriumgehalt war 2·934 *g* Natrium.

b) Temperatur 130°; Dauer der Einwirkung 8^h.

Mit Schwefelsäure destillirt wurden 5·8724 *g*.

Das Destillat brauchte 3·0169 *g* KOH zur Neutralisation.

In 1·0648 *g* Substanz waren 0·1028 *g* CO_2.

In 5·8724 *g* waren 2·3062 *g* Natrium enthalten.

c) Temperatur 150°; Dauer der Einwirkung 8^h.

Mit Schwefelsäure destillirt wurden 5·635 *g*.

Das Destillat verbrauchte 2·7138 *g* KOH.

Gebildete Kohlensäure in 5·635 *g* Substanz 0·8346 *g*.

Natriumgehalt in derselben Menge 2·1652.

Zusammenstellung der gebildeten Säuremengen in Procenten des gesammten Natriums.

Temperatur	100°	130°	150°
Fettsäuren	29·30%	53·73	51·49
Kohlensäure	12·05	25·69	40·30
Summe . .	41·35	79·42	91·79

Bei 150° ist also nahezu der gesammte Methylalkohol in Säure umgewandelt.

Um die Natur der entstandenen Säuren kennen zu lernen, wurde auf eine grössere Menge Methylat bei 150° Luft einwirken gelassen und das Einwirkungsproduct mit Schwefelsäure destillirt. Das saure Destillat zeigte stark reducirende Eigenschaften und gab auch sonst die Reactionen der Ameisensäure. Um die Gegenwart derselben mit Sicherheit festzustellen, wurde ein Theil der Flüssigkeit mit einem Überschuss an Bleioxyd eingedampft. Der Rückstand wurde mit kochendem Wasser ausgezogen, worauf

sich beim Erkalten schöne, grosse Prismen ausschieden, deren Lösung alkalisch reagirte und die, wie die Analyse ergab, basisch ameisensaures Blei waren.

Eine Bleibestimmung gab:

78·38% Pb,

während basisch ameisensaures Blei

78·67% Pb

erfordert.

Nach nochmaligem Umkrystallisiren aus heissem Wasser gab die Bleibestimmung

78·42% Pb.

Um Gewissheit zu haben, dass sich ausser Ameisensäure keine anderen Fettsäuren gebildet haben, wurde ein anderer Theil des Destillates mit Quecksilberoxyd am Rückflusskühler gekocht. Nachdem die Reduction des Quecksilberoxydes beendet war, wurde mit überschüssigem Natriumcarbonat eingedampft und der Rückstand mit Alkohol digerirt. Beim Verdunsten desselben blieb keine Spur eines festen Körpers zurück. Es entsteht demnach bei der Einwirkung von Sauerstoff auf Natriummethylat bloss Ameisensäure und Kohlensäure.

Die Entstehung dieser Säuren lässt sich, wie ich glaube, auf folgende Weise erklären:

Bei der Einwirkung des Sauerstoffes addirt sich derselbe zum Methylat unter Bildung von ameisensaurem Natron und Wasser. Das gebildete Wasser zersetzt nun einen weiteren Theil des Methylates in Methylalkohol und Natriumhydroxyd, wovon der erstere entweicht, während das letztere auf neue Mengen Methylat unter Bildung von Kohlensäure einwirkt.

Für diese Erklärung spricht vor Allem die verhältnissmässig bedeutende Menge von Methylalkohol, welche aus dem alkoholfreien Methylat ausgetrieben wird, ferners aber auch der Umstand, dass es nicht einmal bei niedrigen Temperaturen, bei denen die Kohlensäurebildung minimal ist, möglich ist, selbst durch oftmalige Erneuerung der Oberfläche auch nur annähernd den grösseren Theil des Alkohols in Säure überzuführen. Auch scheint

es, dass die Kohlensäurebildung erst in höherer Temperatur durch das Natriumhydroxyd erfolgt.

Man könnte also die Einwirkung des Sauerstoffes auf das Methylat in folgenden drei Stadien vor sich gehend denken:

1. $CH_3O.Na + 2O = CHO_2.Na + H_2O$.
2. $CH_3O.Na + H_2O = CH_4O + NaOH$.
3. $CH_3O.Na + NaOH + 3O = Na_2CO_3 + 2H_2O$.

2. Einwirkung des Sauerstoffes auf das Äthylat.

Natriumäthylat färbt sich schon bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft bald braun und gibt dann bei der Destillation mit Schwefelsäure ein saures Destillat, unter gleichzeitiger Ausscheidung eines gelben Harzes. So fand ich, dass bei einem einige Wochen im Exsiccator gestandenen Äthylat bereits 14% des Natriums an Säure gebunden waren.

Lässt man den Sauerstoff auf frisch bereitetes Äthylat in höherer Temperatur einwirken, so färbt es sich anfangs dunkel, wird aber dann beim Steigen der Temperatur wieder lichter und schliesslich abermals weiss.

Auch die Menge des gebildeten Harzes nimmt in gleicher Weise ab, und hatte man gegen 200° erhitzt, so löst sich das Einwirkungsproduct in Wasser vollkommen klar und farblos auf.

Sonst zeigt das Äthylat beim Erhitzen im Luftstrome analoge Erscheinungen wie das Methylat; es geht Äthylalkohol weg, und die Mengenverhältnisse der gebildeten Säuren sind denen beim Methylat ähnlich.

Nur tritt hier zum erstenmale die Entstehung von Oxalsäure auf, wohl eine Folge der angewandten hohen Temperaturen.

Ich will wiederum einige Versuche kurz mittheilen:

a) Temperatur 100°; Dauer der Einwirkung 4^h.

$6 \cdot 4225\,g$ mit Schwefelsäure destillirt.

Das Destillat verbrauchte $1 \cdot 405\,g$ Kaliumhydroxyd zur Neutralisation.

Der Natriumgehalt ergab sich zu $2 \cdot 4122\,g$.

Kohlensäure war wenig gebildet und nicht näher bestimmt.

b) Temperatur 200°; Dauer der Einwirkung 4^h.

5·074 *g* mit Schwefelsäure destillirt.

Verbrauch an Kaliumhydroxyd zur Neutralisation des Destillates 1·9562 *g*.

Natriumgehalt 1·830 *g*.

c) Temperatur 210°; Dauer der Einwirkung 10^h.

4·9899 *g* mit Schwefelsäure destillirt.

Verbrauch an Kaliumhydroxyd zur Sättigung des Destillates 2·066 *g*.

Natriumgehalt 1·725 *g*.

Kohlensäuregehalt 0·6843 *g*.

Zusammenstellung der gebildeten Säuremengen in Procenten des gesammten Natriums.

Temperatur	100°	200°	210°
Fettsäuren	23·92%	43·90	49·20
Kohlensäure	wenig	30·60	41·48
Oxalsäure	keine	wenig	2·63
Summe	23·92	74·50	93·31

Zur Feststellung der Natur der entstandenen Fettsäuren wurde eine grössere Menge Äthylates bei 210° der Einwirkung des Luftsauerstoffes ausgesetzt und hierauf mit Schwefelsäure destillirt. Nachdem die Anwesenheit der Ameisensäure im Destillate unzweideutig erwiesen worden, wurde dasselbe mit Silberoxyd eingedampft, der Rückstand mit heissem Wasser ausgezogen und der Auszug erkalten gelassen. Nach dem Erkalten schieden sich schöne, weisse Krystalle aus, die das Silbersalz der Essigsäure vorstellten.

Eine Silberbestimmung gab:

64·46% Ag,

während essigsaures Silber

64·66% Ag

verlangt.

Propionsäure oder andere höhere Fettsäuren waren nicht nachweisbar.

Der Sauerstoff verwandelt demnach das Natriumäthylat in ein Gemenge von ameisensaurem, essigsaurem und kohlensaurem Natron. Die geringe Menge Oxalsäure, die beim Erhitzen über 200° sich bildet, kommt wohl nicht in Betracht, auch dürfte sie erst aus dem Natriumformiat entstanden sein.

Für das Äthylat lässt sich ebenfalls die beim Methylat gegebene Erklärung der Säurebildung anwenden, und zwar aus analogen Gründen wie früher.

Man kann sich vorstellen, dass der Sauerstoff sich zum Äthylat addirt und dasselbe theilweise in Acetat verwandelt. Das hiebei entstehende Wasser spaltet einen andern Theil des Äthylates in Alkohol und Natriumhydroxyd, welches letztere dann zur Bildung der Kohlensäure und Ameisensäure Veranlassung gibt, und zwar in der Weise, dass unter dem Einflusse des Ätznatrons das Äthylat sich in Carbonat und Formiat spaltet.

Es gilt dann das folgende Reactionsschema:

$$C_2H_5O.Na + 2O = C_2H_3O_2.Na + H_2O$$
$$C_2H_5O.Na + H_2O = C_2H_6O + NaOH$$
$$C_2H_5O.Na + 2NaOH + 5O = Na_2CO_3 + CHO_2Na + 3H_2O.$$

Einwirkung des Sauerstoffes auf Natriumamylat.

Zur Darstellung des Amylates diente Gährungsamylalkohol, der durch Destillation gereinigt worden war. Auch das Amylat färbt sich an der Luft bald braun und gibt dann bei der Destillation mit Schwefelsäure ein saures Destillat.

Was die Harzbildung anbelangt, so gilt dasselbe wie beim Äthylat.

Folgende Versuche seien kurz hervorgehoben:

a) Temperatur 140°; Dauer der Einwirkung 7^h.

4·513 *g* mit Schwefelsäure destillirt, gaben ein Destillat, das 21 cm^3 Normalkalilauge verbrauchte.

Der gesammte Natriumgehalt wurde zu 1·333 *g* gefunden.

Kohlensäure war nur wenig gebildet worden.

b) Temperatur 200°; Dauer der Einwirkung 6^h.

Das Destillat von 4·095 *g* verbrauchte zur Neutralisation 0·952 *g* Kaliumhydroxyd.

Kohlensäure und Oxalsäure 0·7472 *g*.

Der Natriumgehalt fand sich zu 1·179 *g*.

Zusammenstellung der gebildeten Säuren in Procenten des gesammten Natriums.

Temperatur	140°	200°
Fettsäuren	36·31%	33·15
Kohlensäure	wenig	66·22
Oxalsäure	Spuren	
Summe..	36·31	99·37

Die Natur der entstandenen Fettsäuren wurde in folgender Weise ermittelt:

Vorerst wurde die auf dem wässerigen Destillate schwimmende ölförmige Säure mittelst des Scheidetrichters von der wässerigen Lösung getrennt und mit Silberoxyd eingedampft. Nach dem Umkrystallisiren des entstandenen Silbersalzes gab eine Silberbestimmung

51·52% Ag,

während valeriansaures Silber

51·67% Ag

erfordert.

Die wässerige Lösung wurde für sich untersucht. Nachdem in derselben Ameisensäure deutlich nachgewiesen worden, wurde auch sie mit Silberoxyd eingedampft. Der Rückstand wurde mit heissem Wasser ausgezogen und krystallisiren gelassen; es schied sich bloss valeriansaures Silber ab, wie sich durch eine Analyse feststellen liess.

Das Natriumamylat gibt in Folge dessen bei der Oxydation durch den Luftsauerstoff: Ameisensäure, Valeriansäure, Kohlensäure und kleine Mengen von Oxalsäure.

Die Entstehung dieser Säuren lässt sich wohl ebenso wie in den beiden früher erwähnten Fällen dadurch erklären, dass man annimmt, die Valeriansäure entstehe durch einen primären Process, während die Ameisensäure und Kohlensäure durch einen secundären Vorgang gebildet werden. Die Oxalsäure kann sowohl aus dem Amylat durch die Einwirkung des Ätznatrons, als auch aus dem Formiat entstanden sein.

Beim Amylat gehen ebenfalls bedeutende Mengen Amylalkohol weg, und zwar bei Temperaturen, die weit unter derjenigen liegen, bei der das Alkoholat im Wasserstoffstrome alkoholfrei gemacht wurde.

Die Zersetzung in Amylalkohol und Natriumhydroxyd durch als Nebenproduct entstandenes Wasser ist demnach sehr wahrscheinlich.

Jedenfalls ist die Wirkung des Ätznatrons auf das Amylat nicht mehr so einfach und durchsichtig wie bei den niedereren Alkoholaten, deren Structur eine bedeutend einfachere ist.

Kurz zusammengefasst lässt sich die Einwirkung des Sauerstoffes auf die Natriumalkoholate in folgender Weise schildern:

Alle Alkoholate verlieren im Luftstrome noch Alkohol, selbst wenn der sogenannte Krystallalkohol vollständig ausgetrieben worden war. Durch die oxydirende Wirkung des Sauerstoffes wird vor Allem die dem Alkohol entsprechende Fettsäure gebildet, ferners aber auch noch Ameisensäure und Kohlensäure, eventuell geringe Mengen Oxalsäure.

Die Quantität der gebildeten Fettsäure übersteigt in keinem Falle bedeutend die Hälfte, wenn man auf das vorhandene Natrium bezieht.

Inwieweit die hier gefundenen Thatsachen für die Alkoholate der aromatischen Reihe gelten, will ich demnächst eingehender untersuchen.

Zur Kenntniss des Euxanthons

von

Dr. J. Herzig.

Aus dem I. Chemischen Universitätslaboratorium in Wien

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Mai 1891.)

Seit längerer Zeit mit dem Studium der Quercetingruppe[1] beschäftigt, glaubte ich aus den Angaben, die sich in der Literatur vorfinden, einen gewissen Parallelismus der Eigenschaften der Quercetinderivate mit den Reactionen der Körper der Euxanthongruppe herauslesen zu können. Da nun die Constitution des Euxanthons durch die Arbeiten von Baeyer[2] und ganz besonders durch die schönen Untersuchungen von Graebe[3] und seinen Mitarbeitern so ziemlich aufgeklärt ist, so war es sehr wünschenswerth, die Beziehungen dieser beiden Körperklassen zu einander genauer zu untersuchen. Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich das Studium des Euxanthons unternommen und will ich die in dieser Richtung gemachten Beobachtungen hier mittheilen.

Von den in der Literatur erwähnten parallelen Eigenschaften ist ganz besonders der Umschlag der Farbe von gelb in weiss beim Acetyliren auffallend. Man könnte versucht sein, diese Eigenschaft als eine rein äusserliche zu betrachten, zumal man ja weiss, dass acetylirte Farbstoffe weniger gefärbt sind als die Farbstoffe selbst. Allein es handelt sich hier nicht um mehr oder weniger, sondern um einen vollständigen Umschlag in der Farbe. Wenn man die beiden Präparate vergleicht, kommt man zu der Überzeugung, dass die färbende Gruppe im Acetylproduct zu

---

[1] Monatshefte für Chemie, V, 72; VI, 863; IX, 537; IX, 548; X, 561.

[2] Ann. Chem. Pharm., CLV, 259.

[3] Berl. Ber., XVI, 864; XV, 1677; Ann. Chem. Pharm., CCLIV, 265.

existiren aufgehört hat. Überdies werde ich späterhin nachweisen, dass sich die beiden im Euxanthon angenommenen Hydroxyle in Bezug auf Farbe verschieden verhalten und dass man daher hier umsoweniger nur von einer Abschwächung der färbenden Eigenschaften durch das Acetyliren sprechen kann.

Was nun das Acetyleuxanthon betrifft, so kann ich die Angaben der früheren Forscher[1] bestätigen. Aus Eisessig erhielt ich dasselbe in rein weissen Krystallen vom Schmelzpunkt 183—185° (uncor.). Die Analyse ergab die theoretisch verlangten Zahlen.

0·3089 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·7423 *g* Kohlensäure und 0·1068 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	$C_{13}H_6O_2(O.C_2H_3O)_2$
C	65·53	65·38
H	3·83	3·84

Die von Liebermann[2] für das Quercetin angegebene Verseifungsmethode mittelst Schwefelsäure lässt sich auch hier anwenden und habe ich die von der Theorie geforderten Zahlen erhalten.

I. 2·7332 *g* bei 100° getrockneter Substanz lieferten 1·9995 *g* wiedergewonnenes bei 120° getrocknetes Euxanthon.

II. 2·8968 *g* bei 100° getrockneter Substanz lieferten 2·1101 *g* wiedergewonnenes bei 120° getrocknetes Euxanthon.

In 100 Theilen:

	Gefunden		$C_{13}H_6O_2(O.C_2H_3O)_2$
	I.	II.	
$C_{13}H_8O_4$	73·15	72·84	73·07

Die bei der Verseifung wiedergewonnene Substanz war, wie die folgende Analyse zeigt, unverändertes Euxanthon.

0·2700 *g* bei 120° getrockneter Substanz gaben 0·6765 *g* Kohlensäure und 0·0887 *g* Wasser.

---

[1] Wichelhaus und Salzmann, Berl. Ber., X, 1398. Graebe, Ann. Chem. Pharm., CCLIV, S. 265.

[2] Berl. Ber., XVII, 1680.

In 100 Theilen:

	Gefunden	$C_{13}H_8O_4$
C	68·14	68·4
H	3·65	3·5

Wie man sieht, verhalten sich beide Körper, Quercetin und Euxanthon, ganz analog. Beide liefern, obwohl gelb, ganz weisse Acetylproducte und sind in Schwefelsäure selbst bei der Wasserbadtemperatur ohne jede Zersetzung löslich. Es war nun von grossem Interesse, die Alkylirung des Euxanthons mit Rücksicht auf meine Erfahrungen beim Quercetin genauer zu studiren. Wenn ich die von Graebe und Ebrard[1] angegebenen Verhältnisse einhielt, und selbst wenn ich die doppelte oder dreifache Menge des theoretisch verlangten Kaliumhydroxyds und Jodäthyls angewendet habe, konnte ich immer nur ein

Monoäthyleuxanthon

erhalten. Dasselbe krystallisirt aus Alkohol, in welchem es ziemlich schwer löslich ist, in Form langer gelber Nadeln aus, welche den constanten Schmelzpunkt 144—145° besitzen. Die Analyse des bei 100° getrockneten Productes ergab folgendes Resultat:

0·2396 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·6110 *g* Kohlensäure und 0·1008 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	$C_{13}H_7O_3(OC_2H_5)$
C	70·33	70·33
H	4·67	4·69

Das Monoäthyleuxanthon verhält sich in gewisser Beziehung genau so wie die alkylirten Quercetine. Obwohl es gemäss seiner Constitution ein Hydroxyl enthalten müsste, ist dasselbe in Kali absolut unlöslich, so zwar, dass man dasselbe aus einer stark alkalischen Flüssigkeit mit Äther ausschütteln kann. Mit einer alkoholischen Kalilösung behandelt, liefert es allerdings eine unlösliche Kaliumverbindung, aber dieselbe ist labil und zersetzt

[1] L. c.

sich schon beim Verdünnen mit Wasser. Versucht man die Kaliumverbindung durch Filtration zu isoliren, so behält man nach dem Wegschaffen des überschüssigen Kalis durch Waschen mit Wasser auf dem Filter das reine Monoäthyleuxanthon. Schüttelt man die Kaliumverbindung mit etwas Wasser und Äther, so geht in den Äther die Gesammtmenge des Monoäthyleuxanthons hinein. Genau dieselbe Beobachtung habe ich seinerzeit beim Äthylquercetin beschrieben;[1] ja, ich habe sogar diese Eigenschaft als Mittel zur Reindarstellung desselben benützt.

Die Analogie im chemischen Verhalten zeigt sich auch noch beim Acetyliren. Das Monoäthyleuxanthon liefert, obwohl in Kali unlöslich, doch sehr leicht ein Acetylderivat, wobei der Umschlag der Farbe von gelb in weiss statthat.

Monoacetylmonoäthyleuxanthon.

Dasselbe wurde auf gewöhnliche Weise mit Essigsäureanhydrid und Natriumacetat dargestellt. Das Acetylproduct ist in absolutem Alkohol ziemlich schwer löslich und wurde daraus umkrystallisirt. Es fällt aus dieser Lösung in Form langer, weisser, glänzender Nadeln aus, welche den constanten Schmelzpunkt 180—182° besitzen. Die Analyse der bei 100° getrockneten Substanz lieferte folgende Daten:

0·2492 *g* bei 100° getrockneter Substanz lieferten 0·6238 *g* Kohlensäure und 0·1064 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	$C_{13}H_6O_2(OC_2H_5)(O.C_2H_3O)$
C	68·27	68·45
H	4·74	4·69

Die Verseifung nach Liebermann mittelst Schwefelsäure ergab folgendes Resultat:

I. 1·2186 *g* bei 100° getrockneter Substanz lieferten 1·0468 *g* bei 100° getrockneten Äthyleuxanthons.
II. 1·8491 *g* bei 100° getrockneter Substanz lieferten 1·5906 *g* bei 100° getrockneten Äthyleuxanthons.

---

[1] Monatshefte für Chemie, V, 72.

In 100 Theilen:

	Gefunden		$C_{13}H_6O_2(OC_2H_5)(OC_2H_3O)$
	I.	II.	
$C_{13}H_6O_2(OC_2H_5)(OH)$ ...	85·99	86·02	85·90

Die Äthoxylbestimmung nach Zeisel ergab folgendes Resultat:

0·3177 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·2484 *g* Jodsilber.

In 100° Theilen:

	Gefunden	$C_{13}H_6O_2(OC_2H_5)(OC_2H_3O)$
C_2H_5O	14·97	15·10

Löst man das Monoäthyleuxanthon in absolutem Alkohol und behandelt dasselbe wiederholt mit dem gleichen Gewicht Kali und der entsprechenden Menge Jodäthyl, so erhält man das bereits von Graebe und Ebrard[1] beschriebene

Diäthyleuxanthon.

Dasselbe krystallisirt aus Alkohol in langen, weissen, glänzenden Nadeln, welche den constanten Schmelzpunkt 124 bis 126° besitzen. Die Analyse dieser Substanz ergab folgendes Resultat:

I. 0·3104 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·8183 *g* Kohlensäure und 0·1609 *g* Wasser.

II. 0·2736 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·7214 *g* Kohlensäure und 0·1440 *g* Wasser.

III. 0·1975 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben bei der Äthoxylbestimmung nach Zeisel 0·3261 *g* Jodsilber.

In 100 Theilen:

	Gefunden			$C_{13}H_6O_2(OC_2H_5)_2$
	I.	II.	III.	
C	71·86	71·91	—	71·83
H	5·75	5·84	—	5·63
C_2H_5O	—	—	31·59	31·69

Sehr interessant und merkwürdig gestaltet sich die Einwirkung von alkoholischem Kali und concentrirter Schwefelsäure

[1] L. c.

auf das Diäthyleuxanthon. Durch diese beiden Reactionen erhält man nämlich aus dem Diäthyleuxanthon die beiden isomeren Monoäthyleuxanthone, von welchen eines oben beschrieben wurde. Diese beiden isomeren Verbindungen besitzen aber gerade in den bereits öfters hervorgehobenen Punkten — Farbe und Löslichkeit in Kali — so verschiedene Eigenschaften, dass man zur Annahme gezwungen wird, dass die beiden Hydroxyle im Euxanthon in Bezug auf ihre Natur und Function ganz verschieden sind. Das Hydroxyl in dem uns bereits bekannten Monoäthyleuxanthon verhält sich gegen Kali nicht wie eine phenolische, sondern wie eine alkoholische Hydroxylgruppe und ist ausserdem entschieden ein Bestandtheil der färbenden Atomgruppe im Euxanthon. Genau das Gegentheil ist bei dem isomeren Monoäthyleuxanthon der Fall. Dasselbe ist eine absolut weisse Substanz und löst sich schon in wässeriger verdünnter Kalilauge spielend leicht auf. Bevor ich aber weiter auf diese Verhältnisse eingehe, will ich die Darstellung dieser Körper aus Diäthyleuxanthon beschreiben.

Einwirkung von alkoholischem Kali.

Reines Diäthyleuxanthon vom Schmelzpunkt 124° wurde im zugeschmolzenen Rohre mit alkoholischem Kali vier Stunden auf 130—150° erhitzt. Der Röhreninhalt wurde mit Wasser verdünnt und mit Äther ausgeschüttelt. Die nach dem Abdestilliren des Äthers zurückbleibende krystallinische Masse ist gelb und schmilzt bei 144—145°. Dieselbe wurde mittelst Essigsäureanhydrid und Natriumacetat acetylirt und die acetylirte Verbindung zweimal aus absolutem Alkohol umkrystallisirt. Die so erhaltenen weissen Nadeln schmolzen bei 180—182°, und die Verseifung nach Liebermann mittelst Schwefelsäure lieferte folgendes Resultat:

1·4260 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 1·2208 *g* bei 100° getrockneter wiedergewonnener Substanz.

In 100 Theilen:

	Gefunden	$C_{13}H_6O_2(OC_2H_5)(OC_2H_3O)$
$C_{13}H_7O_3(OC_2H_5)$...	85·61	85·90

Die wiedergewonnene Substanz schmolz bei 144°, so dass also zweifellos eine Rückbildung von Monoäthyleuxanthon aus Diäthyleuxanthon stattgefunden hat.

Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure.

Diäthyleuxanthon wurde mit der 20fachen Menge concentrirter Schwefelsäure drei Stunden im Wasserbade erhitzt. Mit Wasser verdünnt scheidet sich eine weisse krystallinische Masse aus, welche, aus Alkohol umkrystallisirt, in weissen Nadeln krystallisirt, die den constanten Schmelzpunkt 223—225° besitzen. Dieselben sind, wie bereits erwähnt, schon in verdünnter Kalilauge löslich. Die Analyse dieser Substanz ergab folgendes Resultat:

I. 0·2508 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·6438 *g* Kohlensäure und 0·1087 *g* Wasser.

II. 0·2693 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben nach Zeisel 0·2480 *g* Jodsilber.

In 100 Theilen:

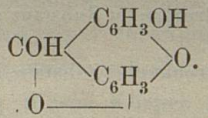
	Gefunden		$C_{13}H_7O_3(OC_2H_5)$
	I.	II.	
C	70·00	—	70·30
H	4·81	—	4·69
C_2H_5O	—	17·63	17·58

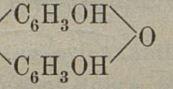
Wie aus der Analyse ersichtlich, liegt die Bildung eines isomeren Monoäthyleuxanthons vor, dessen genauere Untersuchung ich mir für die nächste Zeit noch vorbehalte.

Die Erklärung des Umstandes, dass Graebe und Ebrard so leicht das Diäthylderivat erhielten und gar kein Monoäthyleuxanthon beobachten konnten, bietet einige Schwierigkeiten, ist aber für die Sache selbst ganz irrelevant. Mir hat die Darstellung des Diäthyleuxanthons immer grosse Schwierigkeiten bereitet, und jedenfalls ist es nach meinen Erfahrungen nahezu unmöglich, ohne öfteres Wiederholen der Alkylirung vom Euxanthon zum Diäthylderivat zu gelangen. Ich halte es für das Wahrscheinlichste, dass die genannten Forscher durch das Umkrystallisiren aus Chloroform das Monoäthylproduct in die Mutterlaugen bekommen haben, während ich beim Umkrystallisiren aus Alkohol

vielleicht umgekehrt die geringe Menge des gebildeten Diäthyleuxanthons entfernt habe.

Was nun die Erklärung des verschiedenen Verhaltens der beiden Hydroxylgruppen im Euxanthon betrifft, so hat man da zwei Eventualitäten zu berücksichtigen. Das Naheliegendste ist, die Verschiedenartigkeit in den Reactionen auf die verschiedene Stellung der beiden Hydroxylgruppen zurückzuführen. Weiterhin könnte man mit Rücksicht auf die mehr alkoholische Natur des einen Hydroxyls versucht sein, für das Euxanthon eine in diesem Sinne modificirte Formel aufzustellen. Es hat nun allerdings keine Schwierigkeit, eine Euxanthonformel mit einem phenolischen und einem alkoholischen Hydroxyl zu construiren. Eine derartige Constitutionsformel wäre beispielsweise



Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Form des Euxanthons eine sehr labile wäre, und dass sie sich sehr leicht in die stabilere Form  umsetzen würde. Allein man weiss anderseits, dass derlei labile Formen durch die Alkylirung stabilisirt werden. Es ist also ganz gut möglich, dass das Euxanthon selbst nur in einer, nämlich der stabileren Form existirt, während es in seinen alkylirten Derivaten in beiden Modificationen vorkommen kann.

Welche dieser beiden Erklärungen die richtige ist, möchte ich jetzt noch nicht entscheiden, da die in der Literatur vorhandenen Fälle analogen Verhaltens noch nicht genügend studirt sind. Derartige Analogien finden sich beispielsweise in der Phtaleïngruppe. Das Fluoresceïn enthält zwei Hydroxyle, und doch lässt sich aus Fluoresceïnkalium kein Dialkyläther darstellen. v. Baeyer[1] erwähnt ausdrücklich, dass er auf diesem Wege keinen Diäthylderivat des Fluoresceïns darstellen konnte, und dass das Monoäthylfluoresceïn in verdünnter Natronlauge

[1] Ann. Chem. Pharm., Bd. 183, S. 16.

unlöslich ist. Den Diäthyläther erhielt er aus Bromäthyl und Fluoresceïnsilber, wobei die Ausbeute so gering war, dass die Analyse mit 0·05 *g* gemacht werden musste.

Auch an einem Seitenstück zu den isomeren Monoäthyleuxanthonen fehlt es in dieser Körperclasse nicht. Es sind dies die beiden von v. Baeyer[1] dargestellten isomeren Monoäthyleosine, die sich von einander genau so unterscheiden, wie meine beiden isomeren Äther des Euxanthons. Der eine Äther wird als rother, der andere als farbloser Monoäthyläther bezeichnet. Die Existenz zweier isomerer Monoäthyläther gilt v. Baeyer als Beweis, dass die beiden Hydroxylgruppen nicht dieselbe Stellung haben; ob diese Verschiedenheit auf dem unsymmetrischen Eintritt der vier Bromatome oder auf einer unsymmetrischen Structur des Fluoresceïns selbst beruht, lässt er dahingestellt bleiben. Nach dem oben über das Fluoresceïn Gesagten würde ich wohl der zweiten Ansicht den Vorzug geben.

Nun will ich keineswegs behaupten, dass in diesen Fällen die gleiche Ursache obwaltet wie beim Euxanthon, aber ich halte es auch nicht für absolut ausgeschlossen, und es ist die Aufgabe künftiger Forschung, zu eruiren, ob die verschiedene Function der Hydroxyle von ihrer verschiedenen relativen Stellung bedingt ist oder ob andere Gründe vorliegen.

Erwähnt muss noch werden, dass merkwürdigerweise auch mit Bezug auf den Farbenumschlag das Fluoresceïn und Eosin vollkommene Analoga des Euxanthons sind. Diese mir durch eigene Erfahrung bekannte Reaction liess es mich eben vermuthen, dass diese Körper sich auch in anderer Richtung ähnlich verhalten werden. Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass derartige abnorme Erscheinungen überall dort anzutreffen sein werden, wo ein vollkommener Farbenwechsel beim vollständigen Acetyliren statthat, wie dies z. B. auch beim Galleïn und Galloflavin der Fall ist.

Nach dieser theoretischen Betrachtung kehre ich zur Erörterung der Beziehungen des Euxanthons zum Quercetin und seinen Derivaten zurück. Graebe hat nachgewiesen, dass Euxanthon in der Kalischmelze Hydrochinon und Resorcin

[1] L. c.

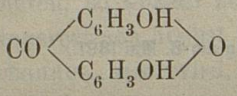
liefert. Dabei müsste natürlich bei der Spaltung des Euxanthons $CO\langle^{C_6H_3OH}_{C_6H_3OH}\rangle O$ die Carbonylgruppe für sich abgespalten werden, was ja in der Kalischmelze häufig geschieht. Nun kann man sich ja den Vorgang so erklären, dass vorerst entweder Resorcylsäure und Hydrochinon oder Hydrochinoncarbonsäure und Resorcin entstehen, und dass diese Carbonsäuren erst später in der Schmelze das Carboxyl abspalten. Diese Auffassung scheint sogar sehr plausibel und wahrscheinlich, und so hätten wir denn wieder eine Beziehung des Quercetins zum Euxanthon. Dabei will ich von der Kalischmelze des Quercetins ganz absehen, da ja Protocatechusäure und Phloroglucin die am häufigsten vorkommenden Reactionsproducte bei der Kalischmelze der Pflanzenstoffe sind. Allein ich habe aus Quercetin bei so gelinden Reactionen Protocatechusäure und Phloroglucin, respective deren Derivate erhalten, dass ich wohl ganz mit Recht diese beiden Reste als im Quercetin präformirt ansehen kann. In beiden Fällen sind also die beiden Constituenten einerseits eine Oxysäure, anderseits ein Phenol, ein Umstand, der wohl auf eine analoge Constitution beider Körper schliessen liesse.

Ich habe erwartet, das Euxanthon und dessen Alkylderivate in derselben Weise spalten zu können, wie das Quercetin. In dieser meiner Erwartung habe ich mich aber leider getäuscht gesehen, da das Euxanthon sich als sehr widerstandsfähig erwies. Es zersetzt sich in alkalischer Lösung weder in der Kälte noch in der Wärme. Selbst im Rohre mit der zehnfachen Menge Kaliumhydroxyds auf 150° erhitzt, bleibt es intact. Das Gleiche ist auch beim Äthyleuxanthon der Fall.

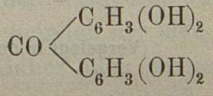
Es ist klar, dass man Körpern, die sich so verschieden verhalten, keine analoge Constitution zuschreiben kann. Anderseits möchte ich auch die bisher angeführten gleichen Reactionen keineswegs unterschätzt wissen. Geht man etwas tiefer auf die Sache ein, so sieht man, dass diese Differenz nicht so gross ist als sie im ersten Augenblick erscheint. Das gesammte Verhalten des Euxanthons lässt es, wie bereits oben erörtert, sicher erwarten, dass es sich bei niederer Temperatur mit Kali in eine Oxycarbonsäure und in ein Phenol zersetzen müsste. Wenn nun dies auch thatsächlich wegen der geringen Zersetzlichkeit nicht der Fall ist,

so ist es aber doch immerhin noch möglich, dass das Euxanthon nur einer sehr geringen Umformung bedarf, um die leichte Zersetzlichkeit zu erlangen. Mit anderen Worten, wenn es gelänge, ein Derivat des Euxanthons darzustellen oder in der Literatur ausfindig zu machen, welches sich mit Kali gerade so leicht zersetzen liesse, wie das Quercetin, so würde man in dieser Substanz sehr wahrscheinlich ein vollkommenes Analogon des Quercetins besitzen.

Eine Verbindung, die unsere Postulate erfüllt, ist glücklicherweise bereits bekannt. Es ist die Euxanthonsäure, welche v. Baeyer[1] aus dem Euxanthon dargestellt hat, und deren Verhältniss zum Euxanthon sich durch folgende Constitutionsformeln ausdrücken lässt:



Euxanthon



Euxanthonsäure.

Von der Euxanthonsäure bemerkt v. Baeyer, dass sie dem Euxanthon sehr ähnlich ist, und es steht demgemäss zu erwarten, dass sie sich in allen angeführten Reactionen ähnlich verhalten wird. Anderseits gibt v. Baeyer selbst an, dass sich die Euxanthonsäure in kalischer Lösung an der Luft zersetzt, so dass hier auch diese Differenz in Wegfall käme.

Leider konnte ich mir bisher keine erhebliche Menge dieser Substanz verschaffen, da die Kalischmelze hier ziemlich schwierig ausführbar scheint. Sobald dies geschehen sein wird, gedenke ich die Zersetzung mit Kaliumhydroxyd bei relativ niederer Temperatur bei der Euxanthonsäure selbst und wenn möglich auch bei deren Alkylproducten genauer zu studiren.

---

[1] Ann. Chem. Pharm., CLV, S. 259.

Studien über Quercetin und seine Derivate

(VI. Abhandlung)

von

Dr. J. Herzig.

Aus dem I. Chemischen Universitätslaboratorium in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Mai 1891.)

Die Moleculargrösse des Quercetins.

Durch eine sorgfältige Untersuchung der Alkyl- und Acetylalkylderivate des Quercetins habe ich seinerzeit[1] gezeigt, dass der einfachste Ausdruck für die Moleculargrösse des Quercetins 292 ist. Daraus hat sich als Consequenz ergeben, dass von allen für das Quercetin vorgeschlagenen Formeln nur die von Löwe, $C_{15}H_{12}O_7$, richtig sein kann, weil nur diese allein mit der experimentell ermittelten Moleculargrösse in Einklang gebracht werden kann. Die Frage nach der wirklichen Grösse des Quercetinmoleküls musste aber selbstverständlich offen bleiben und die Entscheidung darüber hing wesentlich von der Rolle ab, die man dem Sauerstoffatom zutheilte, welches sich im Quercetinmolekül wohl acetyliren, aber nicht alkyliren liess. In Übereinstimmung mit dem beim Chinon und seinen Derivaten bekannten Übergang in Hydrochinonderivate beim Acetyliren, nahm ich, ebenso wie beispielsweise Buchka beim Galleïn, auch im Quercetin zwei Chinonsauerstoffe an, und demzufolge war es nothwendig, die Löwe'sche Formel zu verdoppeln. Das Molekül des Quercetins wäre dann 608, und es war sehr unwahr-

[1] Monatshefte für Chemie, IX, 537.

scheinlich durch eine der neueren Methoden zur Bestimmung der Moleculargrösse zu einem halbwegs brauchbaren Resultat zu gelangen. Aus diesem Grunde sind damals derartige experimentelle Bestimmungen unterblieben.

Diese Frage ist nun jetzt durch meine Erfahrungen beim Euxanthon in ein ganz anderes Stadium getreten. Es ist dadurch gezeigt worden, dass es durchaus nicht nothwendig ist, zur Erklärung dieses sonderbaren Verhaltens die Anwesenheit zweier Chinonsauerstoffe heranzuziehen. Eine Hydroxylgruppe verhält sich, wie wir gesehen haben, unter gewissen Verhältnissen bei der Alkylirung genau so, wie ich es seinerzeit beim Quercetin beschrieben habe. Berücksichtigt man fernerhin die sonstigen Analogien, die zwischen Quercetin und Euxanthon constatirt werden konnten, so kommt man zu dem Schlusse, dass in den Acetylalkylquercetinen höchst wahrscheinlich nur eine Acetoxylgruppe vorhanden sein wird, dass daher nach meinen Bestimmungen die Moleculargrösse des Quercetins 292 ist, und dass endlich consequenterweise die einfache, nicht verdoppelte Löwe'sche Formel die grösste Wahrscheinlichkeit für sich hat. Allerdings muss die alte Formel von Löwe etwas modificirt werden, da die analytischen Daten, sowie manche andere Reactionen mehr für $C_{15}H_{10}O_7$ als wie für $C_{15}H_{12}O_7$ sprechen.

Nun konnte man auch mit einiger Aussicht auf Erfolg daran denken, die Frage durch Moleculargewichtsbestimmungen lösen zu können, und ich bin Herrn Prof. Ostwald sehr dankbar, der zwei Bestimmungen nach Beckmann in seinem Laboratorium ausführen liess.

Herr stud. R. Bach, der die Versuche unternahm, theilt mir hierüber Folgendes mit:

„Quercetin.

Lösungsmittel	Alkohol
Menge des Lösungsmittels	35·50 *g*
Angewandte Substanz	0·5606 *g*
Siedepunktserhöhung	0·07°
m. gefunden	258
m. berechnet	302.

Acetyläthylquercetin.

Lösungsmittel ..... Äthylacetat
Menge des Auflösungsmittels ..... 39·68 *g*
Angewandte Substanz ..... 1·1587 *g*
Siedepunktserhöhung ..... 0·190°
m. gefunden ..... 402.

Hierauf stieg das Thermometer plötzlich, da der Barometerstand sich änderte. Nachdem das Thermometer wieder constant geworden war, erhielt ich auf Zusatz von 0·5757 *g* eine weitere Siedepunktserhöhung von 0·085°. Hieraus berechnet sich das Moleculargewicht zu 450. Die gesammte Erhöhung von 0·275°, hervorgerufen durch 1·7344 *g* Substanz, ergibt ein Moleculargewicht von 416, berechnet 456.“

Durch diese Bestimmungen ist die Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit der Löwe'schen Formel um ein Bedeutendes erhöht worden. Trotzdem werde ich nicht ermangeln, dieselbe durch weitere Versuche nach anderen Methoden fester zu begründen.

Die folgende Zusammenstellung soll zeigen, in wie weit die bisher mit Sicherheit ermittelten analytischen Daten mit den für die Formel $C_{15}H_{10}O_7$ geforderten übereinstimmen.

		Berechnet	Gefunden im Mittel	
1. Quercetin $C_{15}H_{10}O_7$	C	59·60	59·64[1]	
	H	3·31	3·39	
2. Acetylquercetin $C_{15}H_5O_2(OC_2H_3O)_5$	C	58·59	59·58[2]	
	H	3·90	3·75	
	Verseifung	58·98	58·73[3]	
3. Methylquercetin $C_{15}H_6O_3(OCH_3)$	C	63·68	63·72[2]	63·41[5]
	H	5·03	4·93	5·12
4. Acetylmethylquercetin $C_{15}H_5O_2(OCH_3)_4(CO_2H_3O)$	C	62·81	62·68[2]	62·71[5]
	H	5·02	4·90	4·98
	Verseifung	89·44	89·20[4]	

[1] Herzig, Monatshefte für Chemie, VI, S. 863.
[2] Ebenda, V, S. 72.
[3] Liebermann, Berl. Berichte, XVII, S. 1680.
[4] Herzig, Monatshefte für Chemie, IX, S. 537.
[5] Ebenda, IX, S. 548. Aus Rhamnelin.

		Berechnet	Gefunden im Mittel
5. Äthylquercetin	C	66·66	66·41[1]
$C_{15}H_6O_3(OC_2H_5)_4$	H	6·28	6·23
6. Acetyläthylquercetin	C	65·79	65·60[1]
$C_{15}H_5O_2(OC_2H_5)_4(OC_2H_3O)$	H	6·14	6·14
	Verseifung	90·78	90·65

Beim Bromderivat des Quercetins ergeben sich grössere Differenzen als zulässig sind. Die Maximaldifferenz ist 1·2% im Bromgehalt. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass dieser Körper und das Acetylderivat desselben sehr schwer rein darzustellen sind, so zwar, dass es weder Liebermann noch mir gelungen ist, bei den verschiedenen Darstellungen genügend constante Zahlen zu bekommen. Bei einem erneuerten Studium dieser Derivate wird übrigens auch diese Differenz sich möglicherweise beheben lassen.

Ich habe seinerzeit nachgewiesen, dass der Farbstoff der Gelbbeeren, Rhamnetin, ein Methylderivat des Quercetins ist, und zwar hielt ich es, gemäss meiner damaligen Anschauung über die Moleculargrösse des Quercetins für Dimethylquercetin. Nimmt man die Formel des Quercetins mit $C_{15}H_{10}O_7$ als wahrscheinlich an, so ist das Rhamnetin ein Monomethylquercetin und die bereits publicirten Analysen stimmen mit dieser Annahme so ziemlich überein.

		Berechnet	Gefunden im Mittel
Rhamnetin	C	60·39	59·92[2]
$C_{15}H_9O_6(OCH_3)$	H	3·79	3·94
	OCH_3	6·40	6·47
Acetylrhamnetin	C	59·50	59·00[2]
$C_{15}H_5O_2(OCH_3)(OC_2H_3O)_4$	H	4·13	4·14
	OCH_3	9·81	9·84
	Verseifung	65·29	65·03

[1] Herzig, Monatshefte für Chemie, V, S. 72.
[2] Ebenda, X, S. 548.

Was die Formel des Quercitrins betrifft, so entsteht die Frage, ob die Rhamnose darin in der Form $C_6H_{12}O_5$ oder in der ihres Hydrats $C_6H_{14}O_6$ vorhanden ist.

Die Entscheidung ist auf Grund der bisherigen Daten nicht möglich, da die Zahlen gerade in der Mitte liegen zwischen den theoretisch für diese beiden Möglichkeiten geforderten. Durch ein erneuertes Studium des Quercitrins wird es sich aber wohl ermitteln lassen, da die von der Theorie verlangten Zahlen doch immerhin bis zu 1·5% von einander differiren.

Hiemit glaube ich, die Formel $C_{15}H_{10}O_7$ für das Quercetin ziemlich wahrscheinlich gemacht zu haben, obwohl ich noch einzelner kleiner Lücken in der Beweisführung mir wohl bewusst bin. Ich werde bestrebt sein, dieselben zu ergänzen und, wenn möglich, noch weitere Beweise dafür zu erbringen. Einen solchen Beweis möchte ich vorgreifend schon hier erwähnen. Es war bekannt, dass der Farbstoff des Fisetholzes, Fisetin, in naher Beziehung zum Quercetin steht, und J. Schmid[1] hat gefunden, dass das Fisetin sich vom Quercetin durch einen Mindergehalt der Gruppe CO_2 unterscheidet. Er ging dabei beim Quercetin von der alten Liebermann'schen Formel $C_{24}H_{16}O_{11}$ aus und bemerkt ausdrücklich, dass die Reactionen des Fisetins mit der Formel durchaus nicht stimmen, und dass dieselben vielmehr dahin deuten, dass das Quercetin ein Dioxyfisetin sei. Nimmt man nun die Formel des Quercetins mit $C_{15}H_{10}O_7$ als richtig an, so verschwindet diese Differenz zwischen Analysenzahlen und Reactionen beim Fisetin vollkommen. In meiner nächsten Abhandlung werde ich zeigen, dass sowohl die Zahlen von Schmid, als die von mir gefundenen ganz gut auf die Formel $C_{15}H_{10}O_6$ für das Fisetin stimmen, und dass damit auch die Reactionen des Fisetin vollkommen in Einklang zu bringen sind, so dass also in der That das Quercetin ein Monoxyfisetin wäre. Dieser Umstand scheint mir aber anderseits ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der Formel $C_{15}H_{10}O_7$ für das Quercetin zu sein.

[1] Berl. Berichte, XIX, S. 1742.

Studien über Quercetin und seine Derivate

(VII. Abhandlung)

von

Dr. J. Herzig.

Aus dem I. Chemischen Universitätslaboratorium in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Mai 1891.)

Fisetin.

Kurze Zeit nach Publication meiner ersten Abhandlungen über das Quercetin hat Schmid[1] die Untersuchung des Fisetins unternommen und gezeigt, dass die Analysen auf die Formel $C_{23}H_{16}O_9$ stimmen und dass das Fisetin auf diese Formel sechs nachweisbare Hydroxyle besitzt. Mit der alten Liebermann'schen Formel für das Quercetin $C_{24}H_{16}O_{11}$ verglichen, weist die Formel für das Fisetin einen Mindergehalt von CO_2 auf, während die Reactionen dahin zu deuten sind, dass das Quercetin ein Dioxyfisetin sei. Aber nicht allein diese sich widersprechenden Thatsachen haben mich bewogen, das Fisetin in den Kreis meiner Untersuchungen aufzunehmen, sondern auch ganz besonders die merkwürdige Erscheinung, dass im Fisetin nach Schmid alle Hydroxyle ebenso leicht durch Acetylirung, als wie durch die Alkylirung nachweisbar sein sollten. Die Acetylverbindung beschreibt er als weisse Substanz, während die Alkylderivate gelb sein sollen. Und doch sollen diese gelben Alkylderivate keine weissen Acetylalkylderivate liefern können.

Wenn man an der nahen Beziehung des Fisetins zum Quercetin festhielt, so standen alle diese Beobachtungen in directem Widerspruch mit meinen damaligen Erfahrungen über das Quer-

[1] Berl. Ber., XIX, 1734.

cetin. Es ist daher sehr begreiflich, dass ich sofort zu meiner Information das Studium des Fisetins begonnen habe. Nachdem nun jetzt einerseits alle Widersprüche gelöst sind und anderseits weder von Schmid selbst, noch überhaupt aus dem Lunge'schen Laboratorium über diesen Gegenstand seither eine Publication erschien, nehme ich keinen Anstand, die Resultate meiner Untersuchung hiemit der Öffentlichkeit zu übergeben.

Was die Darstellung des Fisetins betrifft, so habe ich dasselbe Ausgangsmaterial benützt wie Schmid und habe seiner Beschreibung der Darstellungsmethode nur hinzuzufügen, dass im Bleiniederschlag noch immer Fisetin zurückbleibt, welches durch Zersetzung mit Schwefelwasserstoff wieder gewonnen werden kann. Dabei kann man entweder den Bleiniederschlag in Alkohol suspendiren und das Gas einleiten oder den Niederschlag unter Wasser zersetzen und nach dem Abfiltriren das Schwefelblei mit Alkohol extrahiren. Selbstverständlich ist das so gewonnene Fisetin nicht so rein, wie das aus dem Filtrat erhaltene. Es genügt aber ein zwei- bis dreimaliges Auflösen in Alkohol und Ausfällen mit Wasser, um ein hellgelbes, aschenfreies Präparat von genügender Reinheit zu bekommen.

Acetylfisetin.

Dasselbe wurde auf gewöhnliche Weise durch Einwirkung von Essigsäureanhydrid und Natriumacetat auf Fisetin erhalten. Es wurde, da es in Alkohol gar zu schwer löslich ist, theils aus Essigäther, theils aus Eisessig umkrystallisirt. In beiden Fällen erhielt ich die Substanz in Form weisser glänzender Nadeln vom constanten Schmelzpunkt 196—199° (Sch. 200—201). Die Analysen dieser Substanz ergaben folgende Daten:

1. 0·3060 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·6831 *g* Kohlensäure und 0·1121 *g* Wasser.

2. 0·3578 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·7977 *g* Kohlensäure und 0·1300 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Mittel Schmid	$C_{15}H_6O_2(OC_2H_3O)_4$
	I.	II.		
C	60·89	60·80	61·49	60·79
H	4·07	4·03	4·23	3·95

Die Verseifung dieses Acetylderivates wurde nach der bewährten Methode von Liebermann unternommen. Sie ergab folgendes Resultat:

3. 5740 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 2·2420 *g* bei 120° getrockneten wiedergewonnenen Fisetins.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Mittel Schmid	$C_{15}H_6O_2(OC_2H_3O)_4$
$C_{15}H_{10}O_6$	62·72	62·76	62·99

Das auf diese Weise regenerirte Fisetin habe ich wieder analysirt und erhielt dabei folgende Zahlen:

I. 0·2931 *g* Substanz gaben 0·6720 *g* Kohlensäure und 0·0960 *g* Wasser.
II. 0·2757 *g* „ „ 0·6347 *g* „ „ 0·0892 *g* „

In 100 Theilen:

	Gefunden		Mittel Schmid	$C_{15}H_{10}O_6$
	I.	II.		
C	62·53	62·78	63·36	62·93
H	3·64	3·59	3·67	3·49

Wie man sieht, stimmen die gefundenen Zahlen ganz gut auf die Formel $C_{15}H_{10}O_6$ für das Fisetin. Da nun anderseits im Acetylquercetin fünf Acetoxylgruppen vorhanden sind, während die mitgetheilten Analysen deren nur vier im Acetylfisetin nachweisen lassen, so stehen bei diesen Verbindungen die Thatsachen mit der Auffassung des Quercetins als Oxyfisetin vollkommen im Einklang.

Methylfisetin.

Interessant gestaltete sich die Untersuchung der Alkylderivate des Fisetins. Schmid's Analysen wiesen darauf hin, dass genau so viele Hydroxylgruppen alkylirt sind, als durch das Acetyliren nachgewiesen werden konnten, was bis zu einem gewissen Grade meinen Beobachtungen beim Quercetin widerstritt. Ich ging an die Untersuchung dieser Verbindungen mit der vorgefassten Meinung, dass hier von Seiten Schmid's ein Versuchsfehler vorliegt. Sind die Substanzen, wie beschrieben, gelb, dann müssten sie noch weisse Acetylalkylderivate liefern und könnten daher unmöglich genau so viele Alkylgruppen

enthalten, als im Acetylfisetin Acetylgruppen nachweisbar sind. Sollten aber die Analysen von Schmid ganz richtig sein, so müssten die Substanzen jedenfalls weiss erscheinen. Dabei ging ich von der Voraussetzung aus, dass die von mir damals in der Quercetingruppe angenommenen Chinonsauerstoffe sich beim Fisetin beim Alkyliren genau so aufrollen wie beim Acetyliren. Meine Versuche haben gezeigt, dass die Analysen von Schmid ganz richtig sind, dass man aber beim wiederholten Umkrystallisiren die Alkylderivate des Fisetins absolut weiss ohne jeden Stich ins Gelbe erhalten kann. Allerdings ist die Schwierigkeit, die Substanzen weiss zu erhalten, so gross, dass man diesen Umstand, wenn man nicht direct darauf ausgeht, sehr leicht übersehen kann.

Im Zusammenhang mit meinen Erfahrungen beim Euxanthon und Quercetin erklärt sich dieses merkwürdige Verhalten ohne jede Schwierigkeit. Von diesem Gesichtspunkte aus ist in Bezug auf diese Reactionen zwischen den drei Körpern gar kein principieller, sondern nur ein gradueller Unterschied vorhanden. Sie lassen sich in eine Gruppe formiren, deren äusserste Glieder Quercetin, respective Fisetin sind, während das Euxanthon eine Mittelstellung einnimmt. Gemeinsam besitzen sie die Eigenschaft, im vollkommen acetylirten oder alkylirten Zustand keine Farbstoffe zu bilden. Diese gemeinsame Eigenschaft wird bedingt durch ein Hydroxyl, welches entweder sich in einer bestimmten Stellung befindet oder in irgend einer Weise einer Umlagerung fähig ist. Während nun beim Quercetin die weissen vollkommen alkylirten Abkömmlinge so zersetzlich sind, dass ich sie bisher nicht erhalten konnte, sind sie umgekehrt beim Fisetin so stabil, dass man auf gewöhnliche Weise nur diese und nicht die gelben in Kali unlöslichen Alkylderivate erhalten kann. Beim Euxanthon liegen die Verhältnisse so, dass man beide Arten von Verbindungen darstellen kann. Es ist nicht ausgeschlossen, ja ich halte es sogar für wahrscheinlich, dass es mir in Zukunft gelingen wird, die noch vorhandenen Lücken in dieser Reihe auszufüllen.

Was nun die Darstellung und Eigenschaften des Methylfisetins betrifft, so habe ich den Angaben von Schmid nur hinzuzufügen, dass dasselbe in langen weissen glänzenden Nadeln krystallisirt, welche den constanten Schmelzpunkt 151—153°

(Schm. 152—153) besitzen. Die Analyse ergab folgendes Resultat:

I. 0·3260 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·7939 *g* Kohlensäure und 0·1634 *g* Wasser.
II. 0·2817 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·6880 *g* Kohlensäure und 0·1378 *g* Wasser.
III. 0·2490 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben nach Zeisel 0·6891 *g* Jodsilber.
IV. 0·2122 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben nach Zeisel 0·5780 *g* Jodsilber.
V. 0·2132 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben nach Zeisel 0·5816 *g* Jodsilber.

	Gefunden					Mittel	
	I.	II.	III.	IV.	V.	Schmid	$C_{15}H_6O_2(OCH_3)_4$
C.....	66·41	66·60	—	—	—	66·82	66·66
H.....	5·57	5·43	—	—	—	5·39	5·26
CH_3O .	—	—	36·50	35·98	35·98	—	36·28

Äthylfisetin.

In Bezug auf Darstellung und Eigenschaften gilt dasselbe wie beim Methylderivat. Krystallisirt aus Alkohol in weissen glänzenden Nadeln vom Schmelzpunkt 106—108° (Sch. 106 bis 107). Die Analyse lieferte folgende Daten:

I. 0·3369 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·8582 *g* Kohlensäure und 0·1960 *g* Wasser.
II. 0·2663 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·6747 *g* Kohlensäure und 0·1556 *g* Wasser.
III. 0·2283 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben nach Zeisel 0·5310 *g* Jodsilber.
IV. 0·2755 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben nach Zeisel 0·6465 *g* Jodsilber.

	Gefunden				Mittel	
	I.	II.	III.	IV.	Schmid	$C_{15}H_6O_2(OC_2H_5)_4$
C.....	69·45	69·47	—	—	69·48	69·35
H.....	6·46	6·49	—	—	6·67	6·54
C_2H_5O..	—	—	44·50	44·93	—	45·22

Man sieht aus diesen Analysen, dass die von Schmid und mir gefundenen Zahlen auch bei diesen Fisetinderivaten mit der Theorie im vollkommenen Einklang stehen.

Bemerken will ich noch, dass in der That diese weissen Verbindungen, wie schon Schmid hervorhebt, mit Essigsäureanhydrid nicht mehr reagiren, und dass sie daher entschieden keine freie Hydroxylgruppe enthalten können.

Schliesslich möchte ich noch erwähnen, dass ich aus dem Äthylproduct zur grösseren Vorsicht mittelst Jodwasserstoffsäure Fisetin regenerirt habe, so dass die Möglichkeit ausgeschlossen ist, dass diese Substanzen nicht mehr Derivate des unzersetzten Fisetins sind.

Oxydation mittelst Luft in alkalischer Lösung.

Das Fisetin oxydirt sich an der Luft in alkalischer Lösung so leicht wie das Quercetin. Letzteres liefert bekanntlich[1] bei dieser Gelegenheit Protocatechusäure und Phloroglucin. Wenn nun das Verhältniss beider Substanzen thatsächlich dahin zu formuliren wäre, dass Quercetin ein Oxyfisetin ist, so muss man beim Fisetin ein um eine Hydroxylgruppe ärmeres Zersetzungsproduct erwarten (Salicylsäure, Paraoxybenzoesäure oder Resorcin). Wäre dies nicht der Fall, so müsste man annehmen, dass im Quercetin eine hydroxylhaltige Seitenkette existirt, die bei der Luftoxydation weg oxydirt wird. Ich habe mich davon überzeugt, dass dies nicht der Fall ist und dass man in der That Protocatechusäure und Resorcin erhält. Fisetin wurde in Kali gelöst und in einer grösseren Schale unter öfterem Umrühren der Einwirkung der Luft ausgesetzt. Nach 24 Stunden ist die Reaction beendet, insofern als sich beim Ansäuern nichts mehr ausscheidet. Die kalische Lösung wurde dann schwach mit Essigsäure angesäuert und mit Bleizucker gefällt. Aus dem Bleiniederschlag konnte eine Substanz erhalten werden, welche alle Reactionen der Protecatechusäure lieferte und den Schmelzpunkt 194—196° besass. Das Filtrat wurde zur Entfernung des Bleies mit Schwefelwasserstoff behandelt, das Schwefelblei abfiltrirt und die Flüssigkeit mit Äther ausgeschüttelt. Der Äther hinterlässt eine krystallinische Substanz, welche durch mehrmalige Destillation gereinigt wurde und in reinem Zustande den Schmelzpunkt 106—108° besass. Auch erhielt ich die Eisen- und die für das Resorcin so charakteristische Fluoresceïnreaction.

[1] Monatshefte für Chemie, VI, 863.

Für die Thatsache, dass Schmid in der Kalischmelze Protocatechusäure und Phloroglucin („verhältnissmässig wenig") erhielt, gibt es zwei mögliche Erklärungen. Entweder es liefert Resorcin auch in der Kalischmelze etwas Phloroglucin, worüber ich in der Literatur keine Angabe gefunden habe,[1] oder Schmid hat die Kalischmelze mit nicht ganz reinem Fisetin unternommen, so dass das Phloroglucin auf Rechnung der Verunreinigungen zu setzen wäre.

Da nun aber umgekehrt die Bildung von Resorcin aus Phloroglucin bei dieser Reaction höchst unwahrscheinlich ist und ich ausserdem auch bei den ganz reinen, weissen Alkylderivaten Resorcin erhielt, so ist wohl in meinem Falle ein Irrthum so ziemlich ausgeschlossen. Diese Reaction ist daher als ein weiterer Beweis für die Auffassung des Quercetins als Oxyfisetin zu betrachten. Dass Schmid kein Resorcin gefunden hat, erklärt sich einfach aus dem Umstand, dass er es, wie es scheint, gar nicht erwartet und daher die Mutterlauge vom Phloroglucin ganz vernachlässigt hat.

Einwirkung von alkoholischem Kali auf Methylfisetin.

Mit Rücksicht auf meine diesbezüglichen Versuche bei den Alkylquercetinen war es geboten, diese Reaction auch auf die Alkylfisetine anzuwenden, zumal das entsprechende Resorcinderivat möglicherweise hätte krystallisirt sein können. Als ich das Äthylfisetin mit alkoholischem Kali im Rohr auf 150—160° erhitzte, zeigte es sich, dass auch hier Diäthylprotocatechusäure entsteht neben einem Phenol, welches nicht krystallisirt und von dem nur constatirt werden konnte, dass es die Spanreaction des Phloroglucins nicht liefert. Die entsprechende Reaction lieferte beim Quercetin ebenfalls Diäthylprotocatechusäure, aber daneben ein Phenol, welches sich als ein Derivat des Phloroglucins erkennen liess.

Die Zersetzung der Alkylfisetine durch alkoholisches Kali geht aber schon am Rückflusskühler ganz glatt und quantitativ

[1] Ich habe mich inzwischen durch einen Versuch, den Herr stud. Mayer im hiesigen Laboratorium unternahm, überzeugt, dass reines Resorcin in der Kalischmelze ein Product liefert, welches die Spanreaction des Phloroglucins liefert.

unter Bildung von zwei krystallisirten Verbindungen vor sich, so dass diese Zersetzung wohl einen genügend sicheren Schluss auf die Constitution des Fisetins zu ziehen erlaubt.

Äthylfisetin wurde mit der 10fachen Menge alkoholischen Kalis am Rückflusskühler am Wasserbade 7—8 Stunden erhitzt. Nach dieser Zeit wurde der Alkohol abdestillirt und der Kolbeninhalt mit Wasser aufgenommen. Dabei zeigte sich, dass sich Alles bis auf eine geringe Trübung auflöst.

Zur Entfernung dieser Trübung wurde die Lösung mit Äther ausgeschüttelt. Der Äther hinterliess immer nur eine Spur einer gelblichen Substanz, welche wegen der geringen Menge nicht weiter untersucht wurde. In die mit Äther ausgeschüttelte Lösung wurde zur Absättigung des Kalis Kohlensäure bis zur vollständigen Neutralisation eingeleitet, wobei sich eine weisse krystallinische Substanz (*A*) in beträchtlicher Menge ausschied. Die Flüssigkeit (*B*) sammt Niederschlag wurde mit Äther ausgeschüttelt, in welchem sich die Substanz sehr leicht löst. Der Äther hinterlässt beim Abdestilliren ein in langen dünnen Nadeln krystallisirendes Product, welches keine Spanreaction liefert, sich in Kali löst, aber aus dieser Lösung mit Kohlensäure ausfällen lässt.[1] Sie liefert mit Eisenchlorid eine schwachrothe Färbung, welche auf Zusatz von kohlensauren Alkalien wieder verschwindet. Da die Verbindung in Alkohol zu leicht löslich war, wurde sie aus verdünntem Alkohol umkrystallisirt. Ich erhielt sie in Form weisser Nadeln vom constanten Schmelzpunkte 42—44° C. Die Analysen dieser Substanz ergaben folgendes Resultat:

I. 0·3168 *g* im Vacuum über Schwefelsäure getrockneter Substanz gaben 0·7456 *g* Kohlensäure und 0·2050 *g* Wasser.

II. 0·3051 *g* im Vacuum über Schwefelsäure getrockneter Substanz gaben 0·7176 *g* Kohlensäure und 0·2000 *g* Wasser.

III. 0·2948 *g* im Vacuum über Schwefelsäure getrockneter Substanz gaben nach Zeisel 0·6130 *g* Jodsilber.

---

[1] Da sich die Constitution dieser Körper noch nicht vollständig aufklären liess, muss ich vorläufig für dieselben eine provisorische Nomenclatur einführen. Das bei Zersetzung des Methylfisetins entstehende phenolische Product soll Methylfisetol, das entsprechende Äthylderivat Äthylfisetol heissen. Das alkylfreie Phenol müsste demgemäss bis auf Weiteres Fisetol benannt werden.

In 100 Theilen:

	Gefunden		
	I.	II.	III.
C.....	64·18	64·14	—
H.....	7·18	7·28	—
C_2H_5O ...	—	—	39·81

Diese Zahlen stimmen am besten mit der Formel $C_6H_8O_2$ überein, welche folgende Zahlen verlangt. Auf $C_6H_8O_2$ käme dann 1 C_2H_5O.

	Gefunden im Mittel	$C_4H_3O(OC_2H_5)$
C.....	64·16	64·28
H.....	7 23	7·14
C_2H_5O	39·81	40·18

Um über die Moleculargrösse Aufschluss zu erhalten, habe ich versucht, Salze dieser Verbindung mit den Alkalien darzustellen, aber ohne besonderen Erfolg, weil dieselben zu leicht löslich sind und ich nicht viel Substanz zur Verfügung hatte. Hingegen gelingt es sehr leicht, mittelst Kali und Jodäthyl den Äthyläther dieses Körpers darzustellen. Derselbe ist in Kali unlöslich und krystallisirt aus verdünntem Alkohol in langen Nadeln, welche constant bei 66—68° schmelzen. Die Analyse dieses Äthers lieferte folgendes Resultat:

I. 0·2361 *g* im Vacuum über Schwefelsäure getrockneter Substanz gaben 0·5724 *g* Kohlensäure und 0·1738 *g* Wasser.
II. 0·2285 *g* im Vacuum über Schwefelsäure getrockneter Substanz gaben 0·5560 *g* Kohlensäure und 9·1676 *g* Wasser.
III. 0·1687 *g* im Vacuum über Schwefelsäure getrockneter Substanz gaben nach Zeisel 0·4678 *g* Jodsilber.

In 100 Theilen:

	Gefunden		
	I.	II.	III.
C.....	66·15	66·36	—
H.....	8·18	8·14	—
C_2H_5O ...	—	—	53·04

Wie folgende Zusammenstellung zeigt, ist es wahrscheinlich, dass der Äther die Zusammensetzung $C_{14}H_{20}O_4$ und nicht

$C_{20}H_{28}O_6$ und es wäre dementsprechend das Äthylfisetol $C_{12}H_{16}O_4$ und nicht etwa $C_{18}H_{24}O_6$. Das Äthylfisetol würde daher zwei Äthoxylgruppen enthalten, während auf dessen Äthyläther drei Äthoxylgruppen kämen. Dementsprechend wäre dann die Formel des Fisetols $C_8H_8O_4$.

	Gefunden	$C_8H_5O(OC_2H_5)_3$	$C_{12}H_8O_2(OC_2H_5)_4$
C.....	66·26	66·67	65·93
H.....	8·16	7·93	7·69
C_2H_5O ...	53·04	53·57	49·45

Obwohl die Differenz im Äthoxylgehalt ziemlich bedeutend ist, war doch Vorsicht geboten, zumal sich bei dieser Verbindung wieder die Zeisel'sche Bestimmung schwierig gestaltet, weil die Substanz mit Jodwasserstoffsäure verharzt und sich vor Beendigung der Reaction ausscheidet. Man muss daher vorsichtig operiren, möglichst wenig Substanz nehmen und der Jodwasserstoffsäure Essigsäureanhydrid zusetzen.

Wegen dieser Verharzung war ich auch nicht im Stande, das äthoxylfreie Fisetol $C_8H_8O_4$ darzustellen. Das sich ausscheidende harzige Product erinnert sehr lebhaft an das Resorcinharz von Barth und Weidel und dürfte ihm auch sehr nahe stehen, da, wie ich später zeigen werde, das Äthylfisetol sehr leicht Resorcin liefert.

Der Äthyläther lässt sich am Rückflusskühler mit alkoholischem Kali kochen, ohne sich zu verseifen und ist nicht ohne Zersetzung flüchtig.

Wir kommen nun zur Untersuchung der Flüssigkeit (*B*), welche nichts weiter als Diäthylprotocatechusäure enthält. Dieselbe wurde durch ihren Schmelzpunkt, Eigenschaften und endlich auch durch die Elementaranalyse als solche erkannt und charakterisirt.

Durch die Oxydation des Fisetins mittelst Sauerstoffes der Luft ist wahrscheinlich gemacht worden, dass im Fisetinmolekül der Rest der Protocatechusäure neben dem des Resorcins präformirt enthalten ist. Es war daher vorauszusehen, dass das neben der Diäthylprotocatechusäure entstehende Äthylfisetol ein Resorcinderivat sein wird. In der That liefert dasselbe in der

Kalischmelze ganz leicht Resorcin, welches am Schmelzpunkt und an der Fluoresceïnreaction erkannt wurde.

Einwirkung von alkoholischem Kali auf Methylfisetin.

Es wiederholt sich hier Alles genau wie beim Äthylderivat. Das Methylfisetol ist in Alkohol nicht so leicht löslich wie das entsprechende Äthylderivat und wurde daher aus Alkohol umkrystallisirt. Ich erhielt dasselbe in Form kleiner, weisser, kreidiger Nadeln vom constanten Schmelzpunkt 66—68°. Es zeigt mit Eisenchlorid dasselbe Verhalten wie das Äthylderivat. Die Analyse ergab folgendes Resultat:

I. 0·3266 *g* im Vacuum über Schwefelsäure getrockneter Substanz gaben 0·7301 *g* Kohlensäure und 0·1782 *g* Wasser.

II. 0·2013 *g* im Vacuum über Schwefelsäure getrockneter Substanz gaben nach Zeisel 0·4789 *g* Jodsilber.

In 100 Theilen:

	Gefunden		$C_4H_3O(OCH_3)$
	I.	II.	
C.....	60·96	—	61·22
H.....	6·06	—	6·12
CH_3O	—	31·63	31·37

Neben diesem Producte wurde, wie zu erwarten war, Dimethylprotocatechusäure nachgewiesen.

Auch hier wurden zur Ermittlung der Moleculargrösse die Äther dieser Verbindung dargestellt und zwar zunächst der

Methyläther des Methylfisetols.

Über die Darstellung dieses Körpers brauche ich wohl nicht viel zu sagen, da dieselbe nach der gewöhnlichen Methode ganz leicht gelingt. Er ist in Kali unlöslich, am Rückflusskühler unverseifbar und wurde aus verdünntem Alkohol umkrystallisirt. Er scheidet sich in Form kleiner weisser Nadeln aus, welche den Schmelzpunkt 62—63° besitzen. Die Analyse lieferte folgende Daten:

I. 0·3142 *g* im Vacuum über Schwefelsäure getrockneter Substanz gaben 0·7247 *g* Kohlensäure und 0·1904 *g* Wasser.

II. 0·1590 *g* im Vacuum über Schwefelsäure getrockneter Substanz gaben nach Zeisel 0·5265 *g* Jodsilber.

In 100 Theilen:

	Gefunden	
	I.	II.
C.....	62·90	—
H.....	6·73	—
CH_3O	—	43·72

Diese Zahlen stehen in vollem Einklang mit dem oben erwähnten Resultat bei der Analyse des Äthyläthers des Äthylfisetols, wie folgende Zusammenstellung zeigen mag:

	Gefunden	$C_8H_5O(OCH_3)_3$	$C_{12}H_8O_2(OCH_3)_4$
C.....	62·90	62·86	62·33
H.....	6·73	6·67	6·60
CH_3O	43·72	44·28	40·2

Beide Resultate vereint, weisen auf die Formel $C_8H_8O_4$ für das Fisetol hin und haben auch das gemeinsam, dass die grössten Differenzen zwischen den von den verschiedenen möglichen Formeln geforderten Werthen bei der Äthoxyl-, respective Methoxylzahl vorkommen, da die für den Kohlenstoffgehalt berechneten Zahlen zu nahe bei einander liegen. Es ist daher begreiflich, dass ich eine Verbindung gesucht habe, wo die Differenz auch im Kohlenstoffgehalt klar zu Tage tritt und eine derartige Substanz habe ich im

Äthyläther des Methylfisetols

gefunden. Derselbe wurde bei zwei verschiedenen Darstellungen mit den gleichen Eigenschaften gefunden und krystallisirt aus verdünntem Alkohol in weichen glänzenden Nadeln vom constanten Schmelzpunkt 60—62°. Die Analyse ergab folgendes Resultat:

Darstellung *A*.

I. 0·3041 *g* im Vacuum über H_2SO_4 getrockneter Substanz gaben 0·7174 *g* Kohlensäure und 0·1988 *g* Wasser.

II. 0·3703 *g* im Vacuum über H_2SO_4 getrockneter Substanz gaben 0·8734 *g* Kohlensäure und 0·2440 *g* Wasser.

Darstellung *B*.

III. 0·2835 *g* im Vacuum über H_2SO_4 getrockneter Substanz gaben 0·6662 *g* Kohlensäure und 0·1867 *g* Wasser.

IV. 0·1898 *g* im Vacuum über H_2SO_4 getrockneter Substanz gaben nach Zeisel 0·5900 *g* Jodsilber.

In 100 Theilen:

	Gefunden			
	I.	II.	III.	IV.
C.....	64·34	64·32	64·08	—
H.....	7·25	7·31	7·2	—
C_2H_5O [1] ..	—	—	—	19·37

Auch diese Analysen stimmen weit besser auf $C_8H_5O(OCH_3)_2 \cdot (OC_2H_5)$ als auf $C_{12}H_8O_2(OCH_3)_3(OC_2H_5)$.

	Gefunden	$C_8H_5O(OCH_3)_2(OC_2H_5)$	$C_{12}H_8O_2(OCH_3)_3(OC_2H_5)$
C.....	64·33	64·28	63·35
H.....	7·28	7·14	6·83
C_2H_5O ...	19·37	20·09	13·97

Aus diesen Versuchen kann man folgende für die Constitution des Fisetins wichtige Schlüsse ziehen. Das Fisetin $C_{15}H_{10}O_6$ zersetzt sich in seinen Alkylderivaten unter dem Einflusse alkoholischen Kalis im Sinne folgender Gleichung:

$$\underbrace{C_{15}H_{10}O_6}_{\text{Fisetin}} + 2H_2O = \underbrace{C_7H_6O_4}_{\text{Proto-catechusäure}} + \underbrace{C_8H_8O_4}_{\text{Fisetol}}$$

Mit dieser Gleichung stimmt auch die Menge der erhaltenen Zersetzungsproducte sehr gut überein.

Weiterhin kann man, da alle vier Alkylgruppen des Fisetins in den Zersetzungsproducten wieder auftreten, mit voller Berechtigung schliessen, dass bei dieser Reaction keine Verseifung stattgefunden hat, und es ist dann klar, dass sowohl das in dem theilweise alkylirten Fisetol vorhandene freie Hydroxyl, als wie die Carboxylgruppe der Protocatechusäure durch Wasseranlagerung entstanden sind.

Was nun die Constitution des Fisetols $C_8H_8O_4$ betrifft, so ist festgestellt, dass dasselbe drei Hydroxyle enthält und dass es ein Resorcinderivat ist. Diese beiden Thatsachen combinirt, ergeben als Consequenz, dass das dritte Hydroxyl in einer Seitenkette

[1] Diese Zahl gilt nach Subtraction der für die Methoxylgruppe erforderlichen Menge Jodsilbers.

sich befinden muss. Ausserdem kann ich schon jetzt mich über die Function des vierten Sauerstoffatoms dahin äussern, dass dasselbe entweder einer Aldehyd- oder Ketongruppe angehören muss, da das Fisetol mit Phenylhydrazin eine Verbindung gibt, die ich seinerzeit beschreiben werde. Obwohl man schon auf Grund dieser Thatsachen eine Constitutionsformel aufstellen könnte, will ich es doch vorläufig unterlassen, da der Körper doch noch nicht genügend studirt ist und alle von mir bisher in Betracht gezogenen Formeln, z. B. $C_6H_3(OH)_2.CO.CH_2OH$ oder $C_6H_3(OH)_2.CH.OH.COH$ die leichte Oxydirbarkeit des Fisetols zu Resorcin nicht plausibel machen können. Eine derartige leichte Oxydationsfähigkeit vorauszusetzen, bin ich aber nach meinen bisherigen Erfahrungen absolut genöthigt.

Das genaue Studium dieses Zersetzungsproductes und die richtige Deutung dieser Versuche ist jetzt, wie mir scheinen will, zum Kern der Frage nach der Constitution der Körper aus der Quercetingruppe geworden, da ja das Verhältniss dieser Sub stanzen zum Fisetin so ziemlich klargestellt ist. Da nun die Beschaffung des zu diesem Studium erforderlichen Materials einige Zeit in Anspruch nimmt und ich ausserdem die aus der Euxanthongruppe hergeholten Analogien durch weitere directe Beweise stützen möchte, darf ich wohl die berechtigte Erwartung aussprechen, dass mir dieses Arbeitsgebiet noch einige Zeit gewahrt bleibt.

Methylirung des symmetrischen Orcins

von

Alfred Kraus.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Ad. Lieben an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Mai 1891.)

Im Jahre 1867 veröffentlichten de Luynes und Lionet eine Arbeit[1] über die Resultate der von ihnen vorgenommenen Alkylirungen des Orcins, welche die auffallende und mit den damaligen Ansichten über die Alkylirung von Phenolen nicht vereinbare Thatsache ergab, dass sich bei der Wirkung von Kali und Alkyljodid auf dieses Phenol nebst den durch die Zweiatomigkeit des Phenols erklärbaren Mono- und Dimethylderivaten auch dreifach methylirte Verbindungen bildeten, welche nicht mehr in Orcin zurückverwandelt werden konnten. Die Richtigkeit dieser Versuche wurde in Folge der Abweichung von den bis dahin üblichen Anschauungen über die Ätherbildung der Phenole bezweifelt, und so finden wir noch in der zweiten Auflage von Beilstein's „Handbuch" der Formel des Trimethylorcins $C_7H_5(CH_3)_3O_2$ ein Fragezeichen angehängt. Durch die Arbeiten von Zeisel und Herzig über den Bindungswechsel von Phenolen, speciell über die Alkylirung des Phloroglucins,[2] ist es indessen in hohem Grade wahrscheinlich gemacht, dass bei der Ätherificirung in der Metastelie hydroxylirter Phenole neben eigentlichen Äthern auch Verbindungen entstehen, welche die neu eingetretenen organischen Radicale direct an Kohlenstoff gebunden enthalten. Deren Untersuchungen ergaben nämlich, dass sich bei der Alkylirung des

[1] Sur les dérivés méthyliques, éthyliques et amyliques de l'orcine, Comptes rendus, 1867, t. II.

[2] Monatshefte f. Chemie, 1888, S. 217, 882; 1889, S. 144.

Phloroglucins moleculare Umlagerungen vollziehen, so zwar, dass die in den alkalischen Lösungen des Phloroglucins enthaltenen secundären oder bisecundären Formen nicht in Äther des trihydroxylirten Benzols übergehen, sondern hexaalkylirtes Triketohexamethylen (neben bisecundärem Phloroglucin und dessen Äthern) liefern. Solche Umlagerungen können aber von vornherein nur dann eintreten, wenn bei den Umlagerungsproducten eine zwischen zwei Carbonylgruppen in der Orthostellung befindliche CH_2- oder CHX-Gruppe entstehen kann; denn nur in solchen Gruppen können für H-Atome leicht Alkoholradicale eintreten, welche schwerer beweglich als jene, einmal eingetreten, ganz oder theilweise verhindern, dass die gebildete ketonartige Verbindung in eine von der ursprünglichen Phenolform abstammende zurückgeht. Diese Bedingung erfüllen Phenole, welche mindestens zwei in der Metastelle befindliche Hydroxyle enthalten.

Gestützt auf die Beobachtung, dass mehratomige Phenole, welche mindestens zwei Hydroxyle in der Metastellung enthalten, sich bei der Alkylirung dem Phloroglucin analog verhalten, wurden die Versuche von Zeisel und Herzig auch auf das Resorcin ausgedehnt.[1] Durch diese, sowie die folgende, die Äthylirung des Orcins[2] behandelnde Arbeit wurde die Regel bestätigt, dass in der alkalischen Lösung der metahydroxylirten Phenole durch Jodalkyl die Äther theilweise gar nicht (wie beim Phloroglucin), theilweise nicht ausschliesslich entstehen (wie beim Orcin und Resorcin), und dass in solchen Fällen immer Alkyl direct an Kohlenstoff tritt, während aus ortho- und parahydroxylirten Benzolderivaten unter gleichen Umständen glatt die zugehörigen Äther entstehen.

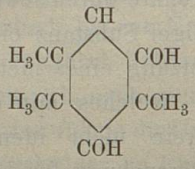
Auf Anregung und im Einverständnisse mit den Herren Herzig und Zeisel ging ich nun daran, die bei der Einwirkung von Jodmethyl und Kali auf Orcin entstehenden Producte näher zu studiren, da sowohl de Luynes und Lionet, als auch Tiemann und Streng nur flüssige methylirte Orcine erhalten konnten. Im Wesentlichen führte auch meine Arbeit zu Resultaten, welche die von Zeisel und Herzig aufgestellte Regel über die Alkylirung in der Metastelle hydroxylirter Phenole bestätigt.

[1] Monatshefte der Chemie, 1890, S. 291.

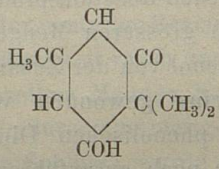
[2] Ebendaselbst, 1890, S. 311 und 413.

Es wurde ein krystallisirender, in Kali löslicher Körper von der Zusammensetzung eines Dimethylorcins erhalten, dem, da er kein Methoxyl enthielt, eine der nachfolgenden Structurformeln zukommen dürfte:

Formel I.

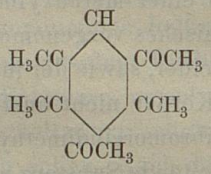


Formel II.



Aus dem in Kali unlöslichen Antheile des Reactionsproductes konnte durch fractionirte Destillation im Vacuum und Abkühlung der höher siedenden Fractionen ein Körper von der Zusammensetzung eines Tetramethylorcins in krystallisirter Form abgeschieden werden. Da in demselben zwei Methoxylgruppen nachgewiesen wurden, ist die Verbindung vom tertiären Orcin abzuleiten und ihre Constitution durch folgende Formel auszudrücken:

Formel III.



Durch Abspaltung der an O gebundenen Methylgruppen vermittelst Jodwasserstoffsäure hätte das zugehörige zweiatomige Phenol erhalten und durch Vergleichung desselben mit der oben besprochenen, in Kali löslichen Substanz die Formel I oder II ausgeschlossen und dadurch die andere als die dem Körper zukommende nachgewiesen werden können. Leider wurde von diesem in Kali unlöslichen Tetramethylorcin trotz der ziemlich grossen Menge aufgewandten Ausgangsmateriales gerade nur genug erhalten, um die Analysen durchführen zu können. Ebenso wenig konnte aus Mangel an Material versucht werden, aus dem in Kali löslichen Dimethylorcin zu seinem Methyläther zu gelangen, dessen Vergleichung mit dem erwähnten Tetramethylorcin für die Beurtheilung der Constitution beider Verbindungen hätte

massgebend sein können. Die ölige Mutterlauge des krystallisirten Tetramethylorcins enthielt unzweifelhaft noch von derselben Substanz gelöst und daneben einen Körper, der für dieselbe selbst bei der Temperatur der Kochsalz-Eismischung als Lösungsmittel diente. Aus einer nächst niedrigeren Siedefraction des in Kali unlöslichen Reactionsproductes konnte durch Jodwasserstoffsäure neben grösseren Mengen harziger Substanz ein krystallisirendes Phenol von der Zusammensetzung eines methoxylfreien Dimethylorcins gewonnen werden, welches mit dem direct erhaltenen phenolischen Dimethylorcin nicht identisch war. Würde eine noch auszuführende Untersuchung für den letzteren Körper die Formel I (siehe S. 3) ergeben, so müsste das durch Jodwasserstoffsäure erhaltene Dimethylorcin nach der Formel II constituirt sein, und umgekehrt. Aus den niedrigst siedenden Fractionen konnte vermittelst des Dibromsubstitutionsproductes mit Sicherheit die Gegenwart des gewöhnlichen Orcindimethyläthers von der Formel $C_6H_3CH_3(OCH_3)_2$ nachgewiesen werden. Unzweifelhaft ist jedoch noch eine andere Substanz zugegen, die bei Weitem methoxylärmer ist als dieser Orcindimethyläther. Es ergab sich dies aus einer Methoxylbestimmung, welche vor der Bromirung des Gemisches vorgenommen wurde. Leider war eine directe Trennung beider, sowie der in den diversen Zwischenfractionen enthaltenen Körper nicht ausführbar und lieferte die Bromirung nur einen Dibromorcindimethyläther in analysirbarer Form, während die begleitende Substanz als ein mit Resten dieses Bromids stark verunreinigtes dickes Öl zurückgewonnen wurde und in dieser Form selbstverständlich nicht weiter untersucht werden konnte. Die Zerlegung vermittelst Jodwasserstoffsäure liess mich bloss zu Orcin als einzig fassbarem Producte gelangen. Ich war bis jetzt nicht im Stande, die Natur der methoxylärmeren Substanz in den niedrigst siedenden Fractionen des in Kali unlöslichen Antheiles der methylirten Orcine zu ergründen.

Methylirung des Orcins.

Das verwendete Orcin hatte im wasserfreien Zustande den Schmelzpunkt 106·5—111° C. und erstarrte nach dem Schmelzen wieder ganz krystallinisch mit dem Sm. P. 108—111° C., während

Lamparter und Stomann[1] denselben für wasserhaltiges Orcin zu 58° und für wasserfreies zu 86° angaben. Neville und Winter's[2] Angaben stimmen mit den meinen ziemlich gut überein; sie fanden 106·5—108° Sm. P.

50 *g* Orcin und 100 *g* Kali wurden in Methylalkohol gelöst, dann sehr langsam partienweise Jodmethyl hinzugefügt und auf dem Wasserbade bis zum Eintritte der neutralen Reaction erwärmt, wobei die zunächst lichtgrüne Flüssigkeit rasch dunkler wurde. Hierauf trug ich noch einmal dieselben Mengen Kali und Jodmethyl ein und führte die Umsetzung durch abermaliges Erwärmen am Rückflusskühler zu Ende. Zum Schlusse wurde der Methylalkohol aus dem Wasserbade abdestillirt. Nun wurde der Rückstand der Destillation solange mit Wasser versetzt, bis alles ausgeschiedene Jodkalium gelöst war und keine neue Trübung bei Wasserzusatz mehr eintrat. In diesem Zustande wurde die Flüssigkeit dreimal mit Äther ausgeschüttelt. Diese ätherischen Flüssigkeiten wurden mit wässeriger Kalilauge gewaschen, und zwar für 50 *g* Orcin mit 30 cm^3 gewöhnlicher Kalilauge und 70 cm^3 Wasser. Das setzte ich solange fort, als sich die kalische Lösung noch färbte. Sämmtliche wässerige Flüssigkeiten, inclusive derjenigen, welche die Hauptmengen Jodkalium enthielten, wurden unmittelbar, nachdem sie aus dem Trichter gelaufen, mit schwefliger Säure und mit Salzsäure versetzt, bis sie intensiv sauer waren, da diese Flüssigkeiten nur möglichst kurze Zeit im kalischen Zustande bleiben sollen. Nach dem Ansäuern wurden sie dreimal mit Äther ausgeschüttelt und die vereinigten ätherischen Auszüge drei- bis viermal mit Wasser gewaschen. Nach Scheidung des letzten Waschwassers destillirte ich die Hauptmenge des Äthers ab bis zur mässig dicken Consistenz des Rückstandes. Dieser wurde nun mit kleinen Mengen Äthers in ein Becherglas gespült und mit einem Uhrglase bedeckt stehen gelassen, wobei sich nach einiger Zeit freiwillig Krystalle ausschieden. Durch mehrmaliges Umkrystallisiren erhielt ich drei Krystallfractionen; deren erste sinterte bei 192°, ihr Sm. P. lag bei 195°; die zweite und dritte begannen gleichfalls bei 192° zu sintern, ihr Sm. P.

---

[1] Journ. f. prakt. Ch., Bd. 34, S. 315.

[2] Ebendaselbst, Bd. 15, S. 2990.

war bei 202° C. Alle drei Fractionen wurden vereinigt und aus verdünntem Methylalkohol bis zum constanten Schmelzpunkte umkrystallisirt. Derselbe war (nach zweimaligem Umkrystallisiren constant) 204° C. Ebenso wurden noch aus den Mutterlaugen Krystalle mit dem Sm. P. 204° gewonnen und mit den früher erhaltenen vereinigt. Ihre Analyse ergab:[1]

I. 0·2337 *g* Substanz lieferten 0·6105 *g* CO_2 und 0·1746 *g* H_2O.
II. 0·2115 *g* „ „ 0·5500 *g* CO_2 „ 0·1520 *g* H_2O.

In 100 Theilen:

	Gefunden			Berechnet für $C_6H(CH_3)_3(OH)_2$
	I.	II.	im Mittel	
C.....	71·24	70·92	71·08	71·05
H.....	8·30	7·95	8·12	7·89

Dieselben stimmen für Dimethylorcin.

Einem Monomethylorcin [$C_6H_2(CH_3)_2(OH)_2$] würden 69·56% C und 7·24% H entsprechen, einem Trimethylorcin [$C_6(CH_3)_4(OH)_2$] aber 72·30% C und 8·43% H. Eine Methoxylbestimmung, welche mit diesen Krystallen ausgeführt wurde, ergab (aus 0·1960 *g* Substanz) 1·9% Methoxyl, welche aber nur von einer Verunreinigung herrühren dürften, da für die berechnete Analysenformel $C_9H_{12}O_2$ ein Körper mit zwei Methoxylgruppen 40·8% CH_3O, ein Körper mit einem Methoxyl 20·4% CH_3O verlangen würde. Es ist somit wahrscheinlich, dass der Körper kein Methoxyl, sondern nur direct an Kohlenstoff gebundene Methylgruppen enthält und dass ihm daher eine von den beiden S. 3 besprochenen Formeln zuerkannt werden muss.

Da es sich zeigte, dass die Acetyl-, Benzoyl-, Kalium- und Bromverbindungen, die dieses Product lieferte, nur ölig oder amorph erhalten werden konnten, wurde der restirende Theil des öligen, in Kali löslichen Productes noch einmal, und zwar mit je 6 Molekülen Jodmethyl und Kali methylirt. Da sich auch aus dem hier erhaltenen, in Kali löslichen Producte keine Krystalle ausschieden, wurde dieses ein drittes Mal methylirt, ohne dass

[1] Die Verbrennungen wurden sämmtlich mit gekörntem Bleichromat im offenen Rohre ausgeführt.

ich aber auch jetzt aus dem in Kali löslichen oder aus dem in Kali unlöslichen Producte selbst durch Kühlung in einer Kältemischung zu Krystallen gelangt wäre. Es wurden nun 6 *g* von dem hier erhaltenen, in Kali löslichen Körper im Vacuum aus dem Ölbade fractionirt abdestillirt, wobei die Hauptmenge bei einem Drucke von 32—33 *mm* bei 188° C. überging. Merkwürdigerweise wurde durch diese Destillation das ursprünglich in Kali lösliche Product nunmehr darin vollkommen unlöslich. Der in Kali lösliche Antheil, welcher bei der dritten Methylirung erhalten wurde und welcher sich bei einer vorgenommenen Analyse als nicht mehr jodhältig erwies, wurde einmal im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet der Elementaranalyse unterworfen, das zweite Mal nach dem Trocknen bei 100° C. Die Analysen ergaben:

I. 0·2885 *g* Substanz lieferten 0·7219 *g* CO_2 und 0·2345 *g* H_2O.
II. 0·1935 *g* „ „ 0·4830 *g* CO_2 „ 0·1565 *g* H_2O.

In 100 Theilen:

			im Mittel
C.....	68·24	68·07	68·155
H.....	9·03	8·99	9·01

Hierauf wurde das unlöslich gewordene Destillationsproduct analysirt, wobei die verschiedenen Analysen keine befriedigenden Resultate lieferten. Qualitative Methoxylproben, welche in dem nicht destillirten, in Kali löslichen Öl, sowie in demselben nach der Destillation im Vacuum ausgeführt wurden, stellten in beiden Fällen die Abwesenheit von Methoxyl fest.

Von den ätherischen Flüssigkeiten, denen durch Kalilauge der in Kali lösliche Theil entzogen worden war, wurde der Äther abdestillirt und die vereinigten Rückstände, wie folgt, mit alkoholischer Lauge gereinigt. Sie wurden noch einmal in Äther aufgenommen und mit einer Auflösung von 2 *g* Natrium in 30 *g* Alkohol gewaschen, geschüttelt und eine halbe Stunde stehen gelassen. Hierauf fügte ich 150 cm^3 Wasser hinzu, schüttelte gut durch und schied nach längerem Stehen. Diese Operation wiederholte ich so lange, als die wässerige kalische Flüssigkeit noch

gefärbt war, worauf mit Wasser bis zum Verschwinden der alkalischen Reaction gewaschen wurde. Dieses in Kali unlösliche Product wird zum Schlusse mittelst Destillation unter gewöhnlichem Druck vollkommen von Äther, dann durch Erwärmen auf dem Wasserbade im Vacuum von Alkohol und Feuchtigkeit befreit und schliesslich fractionirt im Vacuum aus dem Ölbade destillirt. Anfangs wurde das ganze Destillat nur in drei Hauptfractionen aufgefangen:

I. Fraction bei 23 *mm* Druck von 138—144° C., wobei das Thermometer längere Zeit bei 140 und 142°, am längsten bei 143° stationär blieb.

II. Fraction bei 18—22 *mm* Druck von 144—146° C. Bei 144° längere Zeit constant übergegangen.

III. Fraction bei 18—22 *mm* Druck von 146—156° C. Das Thermometer stieg sofort auf 149°, wo es einige Zeit stabil blieb.

Jede einzelne dieser drei Hauptfractionen wurden nun durch weiteres Fractioniren so getheilt, das schliesslich folgende Fractionen erhalten wurden:

a) 129—132	*b)* 132—135	*c)* 135—138
d) 138—141	*e)* 141—144	*f)* 144—147
	g) 147—155.	

Erheblich grösser waren nur die drei Mittelfractionen *c)*, *d)* und *e)*.

Sämmtliche Fractionen wurden in Eis gekühlt, wobei *f)* sehr bald krystallinisch erstarrte. Von diesen Krystallen wurde eine Spur in die nächst niedrigere Fraction *e)* gebracht, um die Krystallisation anzuregen, wodurch auch hier die Flüssigkeit (zum Theil) Krystalle ausschied. Die Fraction *d)* konnte auf dieselbe Weise nicht mehr in Krystallen erhalten werden.

Die Krystalle aus *f)* wurden nun in einen Trichter, welcher durch eine Kochsalz-Eismischung gekühlt war, gebracht, eine Stunde darin stehen gelassen und abgesaugt. Ebenso verfuhr ich mit den Krystallen der Fraction *e)* und vereinigte dann beide, nicht aber die Mutterlaugen. Die Krystalle lösen sich in Äther und können aus Eisessig umkrystallisirt werden; sie liefern ein

öliges Bromproduct. Die aus Eisessig zweimal umkrystallisirten, rein weissen Krystalle haben den constanten Sm. P. 93—94° C

Die nach der Methode Zeisel ausgeführten Methoxylbestimmungen ergaben im Mittel 33·7% CH_3O.

Die Elementaranalyse ergab:

0·1514 *g* Substanz lieferten 0·4049 *g* CO_2 und 0·1256 *g* H_2O.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_6H(CH_3)_3(OCH_3)_2$
C.....	72·93	73·33
H.....	9·21	8·88
CH_3O	33·70	34·40

Die anderen Fractionen waren zu klein, und es wurden daher nur die beiden Hauptfractionen *c)* und *e)* einer genaueren Untersuchung unterworfen.

Fraction 135—138 [*c)*].

Die Methoxylbestimmungen, welche ich hier ausführte, ergaben:

I. 0·2250 *g* Substanz lieferten 0·3750 *g* AgJ.
II. 0·2220 *g* „ „ 0·3780 *g* AgJ.

In 100 Theilen:

	I.	II.
CH_3O.....	22·00	22·47

Die Elementaranalysen ergaben:

I. 0·3535 *g* Substanz lieferten 0·9499 *g* CO_2 und 0·2765 *g* H_2O.
II. 0·1900 *g* „ „ 0·5080 *g* CO_2 „ 0·1487 *g* H_2O.
III. 0·2037 *g* „ „ 0·5445 *g* CO_2 „ 0·1605 *g* H_2O.

In 100 Theilen:

	Gefunden		
	I.	II.	III.
C.....	73·26	72·89	72·90
H.....	8·66	8·68	8·75

Da die Elementaranalysen für einen sehr methylreichen Körper, etwa für Tetramethylorcin, für welches die Theorie 73·33% C und 8·88% H verlangt, stimmen, die Methoxylbestimmungen im Mittel aber nur 22·24% CH_3O ergaben, so ist es fast sicher, dass vorliegende Fraction ein Gemenge eines bei Weitem methoxylärmeren Körpers mit einem Dimethyläther darstellt, welch' letzterer aus derselben auch in Form seines Bromproductes abgeschieden werden konnte.

Es wurden zu diesem Zwecke 5 *g* der Fraction in 50 *g* Eisessig gelöst und unter Kühlung bromirt. Die Flüssigkeit wurde mit schwefliger Säure entfärbt, hierauf die Krystalle abgesaugt und spärlich mit 50%-igem Eisessig gewaschen, auf eine Thonplatte gebracht, nach dem Trocknen noch einmal aus verdünnter Essigsäure umkrystallisirt und analysirt. Sm. P. aus Eisessig 163° C, nach dem Umkrystallisiren aus Alkohol constant 165° C.

Die Methoxylbestimmungen, welche ich an dem ganz rein weissen Bromproducte ausführte, ergaben:

I. 0·2690 *g* Substanz lieferten 0·4030 *g* AgJ.
II. 0·1330 *g* „ „ 0·2020 *g* AgJ.

In 100 Theilen:

	Gefunden			Berechnet für $C_6HBr_2(CH_3)(OCH_3)_2$
	I.	II.	im Mittel	
CH_3O...	19·78	20·05	19·91	20·00

Brombestimmung:

I. 0·1770 *g* Substanz lieferten 0·2135 *g* AgBr.
II. 0·3000 *g* „ „ 0·3605 *g* AgBr.

In 100 Theilen:

	Gefunden			Berechnet für $C_6HBr_2(CH_3)(OCH_3)_2$
	I.	II.	im Mittel	
Br	51·27	51·00	51·14	51·53

Die Elementaranalyse endlich ergab:

0·3005 *g* Substanz lieferten 0·3813 *g* CO_2 und 0·0923 *g* H_2O.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_6HBr_2(CH_3)(OCH_3)_2$
C.....	34·60	34·83
H.....	3·41	3·23

Ein Theil des Bromproductes, welcher nicht zum Krystallisiren gebracht werden konnte, dürfte stark verunreinigt gewesen sein. Die Analysen ergaben:

I. 0·2660 *g* Substanz lieferten 0·5887 *g* CO_2 und 0·1745 *g* H_2O.
II. 0·2210 *g* „ „ 0·4905 *g* CO_2 „ 0·1450 *g* H_2O.

In 100 Theilen:

	Gefunden		
	I.	II.	im Mittel
C.....	60·35	60·53	60·44
H.....	7·28	7·28	7·28
Br	14·58	—	—

Es liess sich für diesen Körper in Folge der Analysenergebnisse, welchen $C_{5·04}H_{7·58}Br_{0·18}O_{1·1}$ entsprechen würde, keine einheitliche Formel aufstellen.

Um nun die Anzahl der in dem Körper enthaltenen Methoxylgruppen zu beweisen, wurde die

Spaltung der Fraction 135—138 mit Jodwasserstoff

ausgeführt, durch welche ich als Beweis, dass in der Fraction wirklich ein Körper mit zwei Methoxylen enthalten war, wieder zum Orcin zurückgelangte.

Es wurde zu diesem Zwecke der Rest der Fraction mit der zehnfachen Menge Jodwasserstoffsäure (Dichte 1·7) am Rückflusskühler erhitzt, nach einiger Zeit das gebildete Jodmethyl abdestillirt und das so oft wiederholt, als noch Jodmethyl ins Destillat überging. Dann wurde die Flüssigkeit stark verdünnt, mit schwefliger Säure entfärbt, mit Äther ausgeschüttelt und dieser darauf mit circa 3%-iger Kalilauge gewaschen. Beim Durchschütteln färbte sich diese sofort intensiv violett, welche Farbe aber nur in kalischer Lösung beständig zu sein schien, da sie beim Ansäuern mit verdünnter Schwefelsäure verschwand. Sobald die Kalilauge nichts mehr aufnahm, wurde sie angesäuert, mit Äther ausgeschüttelt und dieser verdunstet, wobei sich wenige Krystalle ausschieden. Nun nahm ich den Ätherrückstand in Wasser auf und filtrirte durch ein nasses Faltenfilter vom Harze ab.

[Während ursprünglich die kalischen Lösungen eine sehr schöne grünliche Fluorescenz zeigten, wies das Harz allein in kalischer Lösung keine solche auf.] Das Filtrat wurde bis auf 10 cm^3 eindestillirt; das Destillat zeigte schwach phenolartigen Geruch, gab aber keine Eisenchloridreaction und mit Bromwasser nur eine schwache Trübung. Es wurde daher die Untersuchung desselben nicht weiter verfolgt. Der Destillationsrückstand erstarrte im Vacuum theilweise krystallinisch. Er wurde nun mit Wasser versetzt und die Krystalle abfiltrirt. Dieselben zeigen nach dem Trocknen den Sm. P. 127° C, waren aber zu einer weiteren Untersuchung zu wenig. Das Filtrat von diesen Krystallen wurde mit Bleiessig und Bleizucker versetzt und von dem entstandenen Niederschlage abfiltrirt.

Der Niederschlag wurde mit Schwefelwasserstoff behandelt und so von Blei befreit, konnte jedoch nicht zum Krystallisiren gebracht werden.

Im Filtrate wurde das Blei mit Schwefelsäure ausgefällt und abfiltrirt. Die bleifreie Lösung wurde mit Äther ausgeschüttelt und dieser verdunstet. Der Rückstand erstarrte im Vacuum über Kalk und Schwefelsäure krystallinisch. Die Krystalle wurden in grösseren Mengen Benzol gelöst, absetzen gelassen und von dem nicht Gelösten abgegossen. Es schieden sich nun aus dem abgegossenen Benzol dem Orcin ganz ähnliche Krystalle ab. Diese Operation des Lösens wurde mehrmals wiederholt, wobei aus dem anfangs nicht gelösten Theile noch gleiche Krystalle erhalten wurden. Dieselben hatten aber wegen eines vermuthlich auch durch Trocknen bei 100° nicht vollständig zu entfernenden Gehaltes an Benzol oder Feuchtigkeit einen niedrigeren Schmelzpunkt als reines Orcin. Die Analyse ergab:

0·2555 *g* Substanz lieferten 0·6325 *g* CO_2 und 0·1541 *g* H_2O.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_6H_3(CH_3)(OH)_2$
C	67·51	67·74
H	6·70	6·45.

Fraction 141—144 [*e*)].

Die Methoxylbestimmungen ergaben im Mittel nur 14·09% CH_3O:

I. 0·2435 *g* Substanz lieferten 0·2680 *g* AgJ.
II. 0·2240 *g* „ „ 0·2309 *g* AgJ.

In 100 Theilen:

	I.	II.
CH_3O.....	14·37	13·81

Die Elementaranalysen ergaben:

I. 0·1221 *g* Substanz lieferten 0·3265 *g* CO_2 und 0·0974 *g* H_2O.
II. 0·1695 *g* „ „ 0·4540 *g* CO_2 „ 0·1352 *g* H_2O.

In 100 Theilen:

	I.	II.
C.....	72·92	73·03
H.....	8·86	8·86

Es wurde auch hier ein Bromproduct dargestellt, jedoch war dasselbe grösstentheils ölig. Zur Feststellung des in der Fraction vorwiegend enthaltenen Körpers wurde auf dieselbe Weise, wie bei der vorigen Fraction die

Spaltung der Fraction 141—144 [*e*)] mit Jodwasserstoff

ausgeführt. Ich gelangte auch hier zu Krystallen, welche einer Destillation mit Wasserdampf unterworfen wurden, wobei der Rückstand bis auf einige Harztropfen wieder krystallinisch erstarrte. Die Krystalle wurden abgesaugt, aus Wasser umkrystallisirt und endlich durch Bleizuckerfällung gereinigt. Das Harz wurde mit Alkohol erschöpft, konnte aber nicht zum Krystallisiren gebracht werden. Das erhaltene krystallisirte Phenol hatte den constanten Sm. P. 156° C.

Die Elementaranalyse ergab hier:

0·1394 *g* Substanz lieferten 0·3630 *g* CO_2 und 0·1015 *g* H_2O.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_6H(CH_3)_3(OH)_2$
C.....	71·01	71·05
H.....	8·08	7·89

Eine vorgenommene qualitative Methoxylbestimmung stellte die Abwesenheit von Methoxylgruppen fest.

Der Analyse nach dürfte dieses Dimethylorcin mit dem Körper, welcher sich freiwillig aus dem in Kali löslichen Theile der Methylirung ausschied, isomer sein. Da das bei 156° schmelzende Product aus seinem Dimethyläther entstanden ist, muss es zwei Hydroxyle enthalten. Es ist somit dafür die Formel I (S. 3) bewiesen. Es bleibt daher für das Product vom Sm. P. 204° C die Formel II (S. 3) übrig.

Über das Gentisin

von

St. v. Kostanecki.

Aus dem chemischen Laboratorium der Universität Bern.

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Mai 1891.)

Zu denjenigen Droguen, die seit den ältesten Zeiten bis auf den heutigen Tag für pharmaceutische Zwecke benützt werden, gehört die Gentianawurzel, deren wässeriger oder alkoholischer Extract als Bittermittel angewandt wird.

Der Bitterstoff dieser Wurzel ist in reinem Zustande bisher nicht dargestellt worden, obgleich mehrere Chemiker Versuche nach dieser Richtung hin angestellt haben. Zuerst suchten Henry und Caventou[1] im Jahre 1821 nach diesem Stoffe und isolirten eine gelbe, krystallisirte Substanz, die sie für das bittere Princip der Wurzel hielten. Später (1837) zeigte Trommsdorff[2] jedoch, dass der fragliche Bitterstoff ein unkrystallisirbares Harz ist, mit dem die von Henry und Caventou erhaltenen Krystalle nur verunreinigt waren; in völlig reinem Zustande ist die gelbe, schön krystallisirende Substanz geschmacklos und man soll, nach seinen Angaben, ungestraft (?) mehrere Gramme dem thierischen Organismus zuführen können.

Den von Henry und Caventou gewählten Namen „Gentianin" hat Claude Leconte[3] in Gentisin umgewandelt, indem er die erstere Bezeichnung für den Bitterstoff der Wurzel reservirt wissen wollte. Beide Namen waren dem Andenken des

[1] Journ. de Pharm., 1821, 178.
[2] Ann. Chem. Pharm., 21, 134.
[3] Ann. Chem. Pharm., 25, 200.

illyrischen Königs Gentis oder Gentius gewidmet, welcher, wie uns Plinius und Dioscorides erzählen, zuerst die heilsame Wirkung der Gentianawurzel erkannt haben soll.

Trotzdem nun im Gentisin nicht der therapeutisch wichtige Bestandtheil der Gentianawurzel vorlag, bot es doch genügendes Interesse, um eingehender untersucht zu werden.

Baumert[1] machte über die Darstellung dieses Körpers nähere Angaben und ermittelte die procentische Zusammensetzung desselben. Auf Grund seiner Analysen stellte er für das Gentisin die Formel $C_{14}H_{10}O_5$ auf, die in der späteren Arbeit von Hlasiwetz und Habermann ihre Bestätigung fand.

Den Anstoss zur weiteren Untersuchung des Gentisins gab den letztgenannten Forschern das von der Trommsdorff'schen Fabrik zur Wiener Weltausstellung geschickte Präparat, dessen ansehnliche Menge (100 *g*), eine Quantität, welche vorher noch keinem Chemiker zu Gebote gestanden hatte, einigen Erfolg bei der Untersuchung versprach.

Hlasiwetz und Habermann[2] widmeten dem Gentisin eine sehr sorgfältige Untersuchung. Sie wiesen durch Darstellung seiner Acetylverbindung die Existenz zweier Hydroxylgruppen nach und charakterisirten die Spaltungsproducte, welche aus dem Gentisin bei der Kalischmelze gebildet werden. Bedauerlicherweise stiessen sie auf Schwierigkeiten, die als Spaltungsproduct auftretende Gentisinsäure, beziehungsweise Pyrogentisinsäure mit der Hydrochinoncarbonsäure und dem Hydrochinon zu identificiren. Es gelang ihnen schliesslich alle in der Literatur vorhandenen irrthümlichen Angaben über die beiden letzten Körper richtigzustellen und mit Bestimmtheit nachzuweisen, dass das Gentisin bei der Kalischmelze neben Phloroglucin Oxysalicylsäure (Hydrochinoncarbonsäure) liefert. Bei diesem Nachweis haben sie jedoch anscheinend die Hauptmenge des ihnen zu Gebote stehenden Materials verbraucht. Dies ist wahrscheinlich der Grund, wesshalb sie eine Beobachtung nicht näher verfolgt haben, welche für die Ermittlung der Constitution des Gentisins wohl zu verwerthen war.

---

[1] Ann. Chem. Pharm., 62, 106.

[2] Liebig's Annalen, 175, 63 und 180, 343.

Hlasiwetz und Habermann erwähnen nämlich in ihrer Arbeit, dass beim Erhitzen des Gentisins im Salzsäurestrome Chlormethyl entweicht, dass also eine Methylgruppe im Gentisin enthalten ist. Das entmethylirte Product haben sie jedoch nicht untersucht; auch nehmen sie an, dass die Methylgruppe an den Benzolkern direct gebunden sei. Da indessen vor Allem die Möglichkeit ins Auge gefasst werden musste, das das Gentisin eine Methoxylgruppe enthalten könnte, so hat mich dies veranlasst, die Untersuchung hier anzuknüpfen, um womöglich das entmethylirte Product zu fassen. Hierbei konnte man nämlich hoffen, falls das Gentisin nur eine Methoxylgruppe enthielte, zu einem Körper von der Formel $C_{13}H_8O_5$ zu gelangen, welcher seiner Zusammensetzung nach zu den Oxyxanthonen gehören konnte, nach denen ich, die gelbe Farbe und die Beständigkeit dieser Körperclasse im Auge habend, unter den in den Pflanzen vorkommenden Farbstoffen seit längerer Zeit suchte.

Es ist mir in der That gelungen, den fraglichen Körper, den ich Gentiseïn nennen will, zu erhalten. Seinem Verhalten nach könnte er ein Trioxyxanthon sein; indessen fehlen zur Zeit noch sichere Anhaltspunkte, um ihn mit voller Bestimmtheit als solches anzusprechen. Die weitere Untersuchung des Gentiseïns erscheint desshalb geboten; sie wird allem Anschein nach zur Aufklärung der Constitution der gelben, phenolartigen Pflanzenfarbstoffe verhelfen, mit welchen das Gentiseïn eine Reihe von Eigenschaften, zweifellos nicht nur zufällig, theilt.

Gentiseïn, $C_{13}H_8O_5$.

Für das Entmethyliren des Gentisins wählte ich die sehr bequeme Methode von Zeisel,[1] welche bereits mit schönem Erfolge von Herzig[2] beim Rhamnetin angewandt worden ist.

Das Gentisin, welches auch jetzt von der Trommsdorff'schen Fabrik im Zustande völliger Reinheit geliefert wird, wurde mit Jodwasserstoffsäure (1,7) am Rückflusskühler einige Zeit gekocht, das Reactionsgemisch mit Wasser versetzt und der Niederschlag nach kurzer Zeit abfiltrirt. Der ausgefällte Körper, das Gentiseïn, ist in Alkohol sehr leicht löslich im Gegensatz zum Gentisin, das

[1] Monatshefte für Chemie, 6, 989.

[2] Monatshefte für Chemie, 9, 548.

in kaltem Alkohol sehr schwer, in heissem leichter, aber immer noch wenig löslich ist. Das Gentiseïn krystallisirt aus sehr verdünntem Alkohol in kleinen, zu Gruppen vereinigten Nädelchen von strohgelber Farbe. Dieselben nehmen beim Stehen über Schwefelsäure oder beim Erhitzen eine ausgesprochene gelbe Färbung an, indem sie Krystallwasser verlieren.

0·9120 *g* Substanz verloren beim Erhitzen auf 100° 0·1174 *g* an Gewicht.

1·6430 *g* Substanz verloren beim Erhitzen auf 100° 0·2114 *g* an Gewicht.

Die so getrocknete Substanz gab bei der Analyse folgende Zahlen:

0·1426 *g* Substanz gaben 0·3340 *g* CO_2 und 0·0499 *g* H_2O.

0·2054 *g* „ „ 0·4832 *g* „ „ 0·0654 *g* „

Aus diesen Daten berechnet sich für die getrocknete Substanz die Formel $C_{13}H_8O_5$:

	Gefunden		Berechnet für $C_{13}H_8O_5$
	I.	II.	
C	63·88	64·15	63·93%
H	3·89	3·53	3·28 „

Die lufttrockene Substanz enthält also 2 Mol. Krystallwasser:

	Gefunden		Berechnet für $C_{13}H_8O_5+2H_2O$
	I.	II.	
H_2O	12·87	12·87	12·86%

Diese Formel für das krystallwasserhaltige Gentiseïn ergab auch die Analyse der lufttrockenen Substanz:

0·2248 *g* Substanz gaben 0·4621 *g* CO_2 und 0·0893 *g* H_2O.

	Gefunden	Berechnet
C	57·05	56·71%
H	4·41	4·28

Das Gentiseïn schmilzt bei 315° und löst sich in Alkali mit rein gelber Farbe. Mit Natriumamalgam liefert es eine blutrothe

Färbung, während das Gentisin, in gleicher Weise behandelt, eine grüne Farbenreaction zeigt. Beide Lösungen werden bei längerer Einwirkung des Reductionsmittels entfärbt und geben mit Säuren tiefrothe Niederschläge.

Triacetylgentiseïn, $C_{13}H_5O_2(C_2H_3O_2)_3$.

Dass nach dem Austritt der Methylgruppe aus dem Molekül des Gentisins dieses thatsächlich ein Hydroxyl mehr enthält als vorher, beweist der Umstand, dass das Gentiseïn nicht wie das Gentisin ein Diacetyl-, sondern ein Triacetylproduct liefert. Dasselbe wurde durch kurzes Kochen des getrockneten Gentiseïns mit Essigsäureanhydrid und entwässertem Natriumacetat dargestellt. Es ist in Alkohol schwerer löslich als das von Hlasiwetz und Habermann beschriebene Diacetylgentisin.

Zweckmässig wird es aus Eisessig umkrystallisirt, von dem es in der Wärme sehr leicht aufgenommen wird. Beim Erkalten krystallisiren schöne, blendend weisse Nadeln aus, die bei 226° schmelzen. Die bei der Analyse gefundenen Zahlen zeigen, dass thatsächlich ein Triacetylproduct vorliegt.

0·2608 *g* Substanz gaben 0·5910 *g* CO_2 und 0·0962 *g* H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_{13}H_5O_2(C_2H_3O_2)_3$
C....	61·80	61·62%
H....	4·10	3·78

Noch eine Reaction mag hier hervorgehoben werden, durch welche sich das Gentiseïn vom Gentisin auffallend unterscheidet.

Wenn auch die Krystalle und die Lösungen des Gentisins gelb gefärbt sind, vermag es dennoch nicht gebeizte Baumwolle anzufärben. Das Gentiseïn erzeugt hingegen auf Thonerdebeize hellgelbe Färbungen.

Offenbar ist also dasjenige Hydroxyl, welches im Gentisin methylirt ist, für die Fähigkeit des Beizenfärbens beim Gentiseïn von Wichtigkeit. Die Thatsache, dass gerade dieses Hydroxyl

in dem Farbstoff der Gentianawurzel sich nicht frei vorfindet, erscheint umso interessanter, als bei dem Farbstoff der Krappwurzel ganz ähnliche Verhältnisse obwalten. Auch die letztere Wurzel enthält nicht den freien, beizenziehenden Farbstoff — das Alizarin — sondern die nicht färbende Ruberythrinsäure, in welcher nach den Untersuchungen von Liebermann und Bergami[1] ein Hydroxylwasserstoff des Alizarins durch einen Zuckerrest ersetzt ist.

[1] Berichte d. d. chem. Gesellschaft, 20, 2246.

Über die Eigenschaften des α-Metaxylylhydrazins und seine Einwirkung auf Acetessigester

von

Alfred Klauber.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Lippmann an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Mai 1891.)

A-Metaxylylhydrazin.

Vor kurzer Zeit habe ich in einer vorläufigen Mittheilung[1] die Darstellung des obenerwähnten Hydrazins veröffentlicht. Inzwischen konnte ich seine Eigenschaften näher studiren. Zunächst fiel mir die Löslichkeit im Wasser auf. Saugte ich die bei der Zersetzung des sulfonsauren Natronsalzes abgeschiedenen Hydrazinkrystalle ab, so konnte ich je nach der Concentration der Flüssigkeit auf Zusatz von übersättigter Kochsalzlösung noch die Base in grösserer oder geringerer Menge ausfällen. Ich arbeitete daher, um grössere Verluste zu vermeiden, bei der Herstellung der Substanz in sehr concentrirten Lösungen und reinigte durch Extraction mit Äther von den beigemengten mineralischen Körpern.

Ein charakteristisches Merkmal des Xylylhydrazins ist seine Eigenschaft, in einer Benzollösung beim Kochen oder einstündigem Stehen an der Luft eine tiefgrüne Färbung zu geben, wodurch es sich leicht qualitativ erkennen lässt.

Beim Mischen mit Schwefelkohlenstoff konnte die Ausscheidung eines krystallinischen Körpers, wie das beim Phenylhydrazin der Fall ist, nicht bemerkt werden.

---

[1] Monatshefte, Bd. XCIX, II, 6. Juli 1890.

Bei einem Versuche, das Xylylhydrazin im Vacuum zu destilliren, trat explosionsartige Zersetzung ein.

Das HCl-Salz bildet weisse kleine Nadeln, die sich auf Zusatz von concentrirter Salzsäure zur wässerigen Lösung ausscheiden und in Wasser und Alkohol leicht löslich sind. An der Luft, selbst schon beim Absaugen, färben sie sich bräunlich. Für die Analyse wurde die Substanz schnell abgepresst, mit heissem Chloroform gewaschen und im Vacuum getrocknet.

0·221 *g* lufttrockene Substanz gaben 0·15365 AgCl.

	Gefunden	Berechnet für $C_8H_9N_2H_3HCl+2H_2O$
Cl	17·23%	17·03%.

Der Zersetzungspunkt des Hydrochlorats ist bei 183° C.

Einwirkung des Acetessigesters auf Xylylhydrazin.

Das Studium der Einwirkung des Acetessigesters auf die Hydrazine ist nach dem Bekanntwerden der interessanten Substanzen, deren Herstellung und Verhalten Ludwig Knorr[1] gefunden und in einer ausführlichen Abhandlung beschrieben hat, sehr reizvoll geworden.

Während bei der Einwirkung des Phenylhydrazins auf Acetessigester je nach dem Verhältnisse, in dem sie zu einander angewandt werden, drei verschiedene Substanzen, das Phenyl-, das Bisphenylmethylpyrazolon und ein Condensationsproduct mit zwei Acetessigesterresten erhalten werden, reagirt das Xylylhydrazin in jedem Mengenverhältnisse unter Bildung einer complicirteren Substanz, die dem zuletzt angeführten Condensationsproducte wahrscheinlich entspricht. Erst aus dieser Verbindung konnte ich das Xylylmethylpyrazolon und sein Methylderivat, das Xylylantipyrin darstellen.

Die schlechten Ausbeuten bei der Darstellung dieser Substanzen haben ihre Untersuchung bedeutend erschwert.

---

[1] Annalen, 238.

Erstes Reactionsproduct der Einwirkung des Acetessigesters auf *A*-Metaxylylhydrazin, $C_{32}H_{34}N_4O_4$.

Zur Darstellung dieser Substanz wandte ich nachstehendes Verfahren mit gutem Erfolge an. Einen Theil Xylylhydrazin brachte ich mit zwei Äquivalenten Acetessigester zusammen, wobei sich unter Wärmeentwicklung (60° C.) Wasser auszuscheiden begann. Nach kurzer Zeit brachte ich den Kolben in ein Ölbad und verband ihn mit einem Abflusskühler. Während der ersten Stunde, in der die Temperatur zwischen 110 bis 120° C. gehalten wurde, floss eine reichliche Menge Alkohol und Wasser neben nicht wenig Acetessigester über.

Derselbe wurde durch Verdünnen des Destillats mit Wasser und durch Abheben wiedergewonnen und dem Reactionsgemisch wieder zugefügt. Dadurch konnte ich die Ausbeute erhöhen, indem der zuerst mit den Wasserdämpfen übergehende Ester der Reaction nicht entzogen wurde. Dann erhitzte ich bei auf 140 bis 150° C. gehaltener Temperatur noch etwa zwei Stunden, bis die Masse beim Erkalten auf 80—100° zu einem braunrothen Kuchen erstarrte. Nachdem ich denselben mit etwas heissem Alkohol extrahirte, erhielt ich die Substanz als kleine Krystalle von unausgeprägter Form. Daneben war ein rother Farbstoff und in Salzsäure unlösliche Schmieren entstanden, von deren Untersuchung ich abstehen musste. Im Destillat konnte ausser Äthylalkohol und Wasser nichts nachgewiesen werden.

Die reine Substanz schmilzt bei 203° C.

In Alkohol und Xylol ist sie in der Hitze schwer, in Wasser, Äther, Benzol fast unlöslich. Sie scheint sehr schwache basische Eigenschaften zu besitzen. Von warmen concentrirten Säuren wird sie aufgenommen und auf Zusatz von Wasser wieder abgeschieden.

Gegen Fünffachchlorphosphor verhält sich die Substanz noch bei 180° indifferent. Die Einwirkung von freiem Chlor konnte wegen ihrer Unlöslichkeit in Chloroform nicht versucht werden. Mit Natrium in alkoholischer Lösung gibt es neben zahlreichen harzigen Nebenproducten das Xylylmethylpyrazolon. Derselbe Körper entsteht auch beim Erhitzen mit verdünnten Alkalien, besser Salzsäure, im zugeschmolzenen Rohr auf 140° C. Mit Jod-

methyl und Methylalkohol auf dieselbe Temperatur erhitzt, liefert es das Xylylantipyrin.

Nach dem Ergebniss vieler unter einander stimmender Analysen besitzt das Product die Zusammensetzung $C_{32}H_{34}N_4O_4$, wonach es als ein Bispyrazolonderivat aufzufassen wäre. Bestimmtes über seine Bildungsweise und Constitution konnte ich nicht ermitteln, da der Körper weder substituirt, noch seine Abspaltungsproducte rein erhalten werden konnten.

Das war der Grund, der mich veranlasste, es bloss als „Erstes Reactionsproduct der Einwirkung des Acetessigesters auf *A*-Metaxylylhydrazin" zu bezeichnen und von einem anderen, die Constitution betreffenden Namen vorderhand abzustehen.

Zur Analyse reinigte ich die Substanz derart, dass ich sie in concentrirter Salzsäure löste und den auf Zusatz von Wasser abgeschiedenen Niederschlag wiederholt aus Alkohol umkrystallisirte.

0·1979 *g* bei 105° getrockneter Substanz gaben 0·5159 CO_2 und 0·116 H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_{32}H_{34}N_4O_4$
C	71·09%	71·38%
H	6·5	6·3

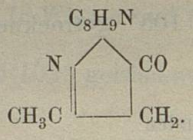
0·1725 *g* Substanz, bei 105° getrocknet, gaben 0·4512 CO_2 und 1006 H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_{32}H_{34}N_4O_4$
H	6·48%	6·3 %
C	71·33	71·38

0·208 *g* Substanz, bei 105° getrocknet, gaben 19·5 cm^3 feuchten Stickstoff bei 17° C. und 742 Barometerstand.

	Gefunden	Berechnet für $C_{32}H_{34}N_4O_4$
N.....	10·6%	10·4%.

A-Metaxylylmethylpyrazolon,



Es bildet sich aus der oben betrachteten Substanz, $C_{32}H_{34}N_4O_4$, durch Loslösen der beiden Pyrazolonringe und Abspaltung des zweiten Acetessigesterrestes. Dieser Vorgang findet sowohl durch Reduction mit Natrium in der alkoholischen Lösung, als auch durch Einwirkung von verdünnten Alkalien oder Säuren statt. Am zweckmässigsten wird hiezu verdünnte Salzsäure benützt. Man erhitzt das zuerst gebildete Condensationsproduct, $C_{32}H_{34}N_4O_4$, mit dem gleichen Gewichte concentrirter Salzsäure und Wasser im zugeschmolzenen Rohr auf 140—150° innerhalb zweier Stunden. Beim Öffnen des Rohres entweicht ein mit grünlicher Flamme brennbares Gas, vielleicht ein Gemisch von CO_2 und CH_3CH_2Cl. Die Bildung von Chlormethyl bei dieser Reaction ist jedenfalls ausgeschlossen, da sonst das Xylyldimethylpyrazolon, Xylylantipyrin entstehen müsste, dessen Abwesenheit nachgewiesen wurde.

Der Röhreninhalt wird auf dem Wasserbade von der überschüssigen Salzsäure durch Einengen befreit und der Rückstand mit viel kaltem Wasser aufgenommen. Nachdem man die hiebei sich ausscheidenden Harze durch Filtration entfernt hat, wird die nunmehr rothbraune Flüssigkeit neuerdings concentrirt, bis sich ölige Tropfen ausscheiden, die beim Erkalten zu einer braunen Masse erstarren. Dieselbe enthält das salzsaure Xylylmethylpyrazolon. Man löst es in Wasser, fügt noch etwas freie Salzsäure bei und erhitzt die Flüssigkeit zum Sieden.

Setzt man nun einen geringen Überschuss von Natriumacetat zu, so scheiden sich die Nebenproducte ab, während das Xylylmethylpyrazolon gelöst bleibt. Beim Erkalten der filtrirten Lösung fällt es in Form von concentrisch gruppirten Nädelchen aus. Sollten sie jedoch noch nicht rein sein, so löst man sie in kohlensaurem Natron, filtrirt ab, versetzt die klare Flüssigkeit mit überschüssiger Salzsäure und wiederholt die Methode der

Reinigung mit Natriumacetat. Die Ausbeute ist etwa 15% der Theorie.

0·1686 *g* Substanz, bei 105° getrocknet, gaben 0·439 *g* CO_2 und 0·1094 *g* H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_{12}H_{14}N_2O$
H.....	7·2 %	6·93%
C.....	71·07	71·2

0·1845 *g* Substanz gaben 22·5 cm^3 feuchten Stickstoff bei 20° C. und 746 Barometerstand.

	Gefunden	Berechnet für $C_{12}H_{14}N_2O$
N.....	13·68%	13·86%.

Das Xylylmethylpyrazolon bildet kleine weisse Nadeln vom Schmelzpunkt 159° C. In reinem Wasser vollkommen unlöslich, wird es von solchem, das viel Kochsalz oder Chlorkalium enthält, in der Hitze aufgenommen. In Alkohol, Äther und Benzol ist es zerfliesslich. Aus der Benzollösung wird es durch Petroleumäther gefällt. In seinem chemischen Verhalten gleicht das Xylylmethylpyrazolon vollkommen dem entsprechenden Derivat des Phenylhydrazins und besitzt wie dieses sowohl sauren und basischen Charakter. In verdünnten Alkalien ist es leicht löslich, in kohlensauren unter Kohlensäureentwicklung. Als Base verbindet es sich mit Säuren, von denen das Ferrocyanat schwer löslich ist. Mit Essigsäure verbindet es sich nicht. Salpetrige Säure scheidet einen gelben harzigen Körper aus, der in verdünnter Säure unlöslich ist. In salzsaurer Lösung methylirt, gibt es Xylylantipyrin.

Eisenchlorid färbt eine Lösung von Xylylmethylpyrazolon violettroth. Fehling'sche Lösung wird von dieser Substanz und ihren Salzen reducirt.

Salzsaures Xylylmethylpyrazolon.

Dasselbe wurde durch Lösen des reinen Xylylmethylpyrazolons in verdünnter Salzsäure und Eindampfen gewonnen.

Es krystallisirt in zu Warzen vereinigten Prismen vom Zersetzungspunkt 185° C. In Wasser und Alkohol ist es zerfliesslich.

0·3745 *g* Substanz, bei 105° getrocknet, gaben 0·2217 *g* AgCl.

	Gefunden	Berechnet für $C_{12}H_{14}N_2OHCl$
Cl	14·64%	14·88%

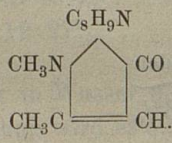
Ferrocyanat $(C_{12}H_{14}N_2O)_2H_4Fe(CN)_6$.

Auf Zusatz von Ferrocyankalium zur Lösung des Hydrochlorats oder von freier Ferrocyanwasserstoffsäure zur ammoniakalischen Lösung des Xylylmethylpyrazolon scheidet sich das saure ferrocyanwasserstoffsaure Salz in weissen Krystallen ab. Auf letzterem Wege dargestellt, wurde es der Analyse unterworfen. In Wasser und Alkohol ist es schwer löslich. Beim Erhitzen erleidet es rasch Zersetzung.

0·3096 *g* im Vacuum getrocknete Substanz gaben 0·0396 *g* Fe_2O_3.

	Gefunden	Berechnet für $(C_{12}H_{14}N_2O)_2H_4Fe(CN)_6$
Fe	9·03%	8·98%

A-Metaxylyl(2.3)dimethylpyrazolon oder Xylylantipyrin,



Dasselbe wird durch Erhitzen des ersten Reactionsproductes der Einwirkung von Acetessigester auf *A*-Metaxylylhydrazin mit Salzsäure oder Jodmethyl in methylalkoholischer Lösung gewonnen. Die Reaction vollzieht sich während zweier Stunden im zugeschmolzenen Rohre bei 130° C. Die Operation mit Jodmethyl ist vorzuziehen.

Der Röhreninhalt wird am Wasserbade von den flüchtigen Bestandtheilen befreit und mit verdünnter Salzsäure aufge-

nommen. Nachdem man von den Nebenproducten abfiltrirt, wird eingeengt und der Rückstand mit viel Wasser aufgenommen.

Die Lösung wird durch Zinnchlorür und Ausfällen mit Schwefelwasserstoff gereinigt und nochmals eingedampft. Man wiederholt das Eindampfen und Aufnehmen mit Wasser nun so lange, bis sich das salzsaure Xylylantipyrin in lichten Krystallen abscheidet. Diese werden in wenig Wasser aufgenommen, die Lösung in Eis gekühlt und mit überschüssiger Soda versetzt. In der Kälte bleibt das freie Xylilantipyrin in Wasser gelöst, während sich die Nebenproducte ausscheiden. Beim Erhitzen der filtrirten Lösung scheidet sich das Xylylantipyrin als ölige Schichte aus und wird noch warm mit Benzol ausgeschüttelt. Aus wenig Benzol wird es durch Petroleumäther gefällt. Zur Reinigung krystallisirt man es aus Ligroin um. Es bildet kleine weisse Nadeln vom Schmelzpunkte 113° C.

0·1599 *g* bei 105° getrockneter Substanz, im offenen Rohre mit Kupferoxydasbest verbrannt, gaben 0·4233 *g* CO_2 und 0·112 *g* H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_{13}H_{16}N_2O$
C	72·18%	72·2%
H.....	7·7	7·4

0·1899 *g* bei 105° getrockneter Substanz gaben 23 cm^3 Stickstoff bei 20° C. und 744 Barometerstand.

	Gefunden	Berechnet für $C_{13}H_{16}N_2O$
N.....	13·03%	12·9%

Das Xylylantipyrin krystallisirt in Nadeln, die in Alkohol, Äther und Benzol leicht, in Benzin sehr schwer löslich sind. Während die Löslichkeit fast aller Körper mit der Temperaturerhöhung wächst und bei Temperaturerniedrigung sich vermindert, findet beim Xylylantipyrin in wässeriger Lösung gerade das Gegentheil statt. In kaltem Wasser ist es löslich, aus heissem fällt es heraus. Je nach der Concentration der Lösung findet die Ausscheidung bei höherer oder niedrigerer Temperatur statt.

Eine concentrirte eiskalte Lösung scheidet das Xylylantipyrin schon bei Zimmertemperatur ab, eine verdünnte erst bei 70—80° C. Durch diese Eigenschaft ist es möglich, das Xylylantipyrin mit Sicherheit qualitativ nachzuweisen. Man versetzt zu diesem Zwecke eine saure Lösung mit kohlensaurem Natron in der Kälte; scheidet sich beim gelinden Erwärmen eine weisse Ölschichte ab, so kann man von der Anwesenheit des Xylylantipyrins überzeugt sein. Das Xylyldimethylpyrazolon bildet mit Säuren Salze, die schwer krystallisirt zu erhalten sind. Aus diesen Verbindungen wird es durch essigsaures Natron nicht abgeschieden (Unterschied vom Xylylmethylpyrazolon).

Das HCl-Salz bildet, aus wässeriger Lösung eingedampft, längliche Prismen vom Zersetzungspunkt 112° C., die der Formel $C_{13}H_{16}N_2OHCl+2H_2O$ entsprechen.

0·2023 *g* lufttrockene Substanz gaben 0·401 *g* CO_2 und 0·1347 *g* H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_{13}H_{16}N_2OHCl+2H_2O$
C.....	54·07%	54·08%
H.....	7·4	7·34

0·3562 *g* lufttrockene Substanz gaben 0·176 *g* AgCl.

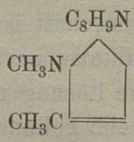
	Gefunden	Berechnet
Cl.....	12·27%	12·30%

Das HCl-Salz ist in Wasser und Alkohol zerfliesslich. Aus der alkoholischen Lösung wird es durch Äther in kleinen wasserfreien Krystallen vom Schmelzpunkt 95° gefällt.

Auf Zusatz von salpetrigsauren Alkalien scheidet sich aus concentrirten Lösungen des neutralen salzsauren Xylylantipyrin ein blaugrüner Niederschlag aus, in verdünnten Lösungen entsteht bloss eine blaugrüne Färbung.

Mit Eisenchlorid versetzt, liefert das Xylylantipyrin violettrothe Färbung. Fehling'sche Lösung wird durch diese Substanz reducirt.

A-Metaxylylnitrosoantipyrin,



wird auf Zusatz von salpetrigsauren Alkalien zur concentrirten Lösung des salzsauren Antipyrins in Form von blaugrünen Krystallen gefällt. Aus Alkohol und Äther erhält man sie in Form grüner, metallisch glänzender Nadeln. Die blaue Verbindung dürfte Krystallwasser enthalten. In Wasser ist die Nitrosoverbindung schwer, in Alkohol leicht löslich und wird aus letzterem durch Äther gefällt. Die Substanz zeigt ein basisches Verhalten. Sie wird von Säuren aufgenommen und durch Alkalien abgeschieden. Sie gleicht somit vollkommen dem Nitrosoantipyrin, $C_{11}H_{11}N_3O_2$.

0·1797 *g* im Vacuum getrocknete Substanz gaben 28 *cm*³ feuchten Stickstoff bei 20° C. und 742 *mm* Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_{13}H_{15}N_3O_2$
N.....	17·38%	17·08%.

Eine ausführlichere Untersuchung möge mir vorbehalten bleiben.

Beiträge zur Kenntniss der Bildung der Harnsäure und der Xanthinbasen, sowie der Entstehung der Leucocytosen im Säugethierorganismus.

(Nach Versuchen, die zum Theile von den Herren Sadowenj, Mrazek und Formanek ausgeführt wurden.)

Von

J. Horbaczewski.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. April 1891.)

Im Sommer 1889 wurde über die Beobachtung berichtet,[1] dass bei der Behandlung der Milzpulpa mit Blut sich Harnsäure bildet. Durch längere Zeit anderweitig ämtlich in Anspruch genommen, war ich erst in letzter Zeit wieder in der Lage, diese Frage weiter zu verfolgen und erlaube mir, im Nachfolgenden die seit der erwähnten Publication im hiesigen Laboratorium diesbezüglich ausgeführten Versuche mitzutheilen.

I. Bildung der Harnsäure und der Xanthinbasen aus der Milzpulpa.

Was zunächst die Darstellung der Harnsäure aus der Milzpulpa anbelangt, so kann dieselbe am zweckmässigsten folgendermassen bewerkstelligt werden: Frische Milzpulpa wird mit der 8—10fachen Menge destillirten Wassers bei 50° C. durch etwa 8 Stunden digerirt. Bei dieser Digestion entwickeln sich allmälig Bacterien, es findet eine ziemlich intensive Gasentwickelung aus der Flüssigkeit statt, und macht sich gegen Ende des Versuches ein schwacher Fäulnissgeruch bemerkbar. Das Gewebe wird dabei grösstentheils zerstört und zum Theile gelöst. Der geringe Grad

[1] Untersuchungen über die Entstehung der Harnsäure im Säugethierorganismus. Monatshefte f. Chemie, 1889, S. 624.

der Fäulniss ist für das Gelingen des Versuches nothwendig, dagegen wird derselbe, falls die Flüssigkeit intensiver fault, vollkommen negativ ausfallen, weil durch intensivere Fäulniss die gebildeten Producte noch weiter zerfallen. Nach beendeter Digestion wird von dem Ungelösten abfiltrirt und die Lösung zur Entfernung der Eiweisskörper und Sterilisirung mit Bleiessig vorsichtig ausgefällt. Wird die nach dem Absetzen klar filtrirte und vom Blutfarbstoff roth gefärbte Flüssigkeit mit etwa der gleichen Menge arteriellen, frischen Blutes bei 40—50° C. durch einige Stunden erwärmt (oder mit einer verdünnten Lösung von Wasserstoffsuperoxyd oder mit Luft bei Bruttemperatur anhaltend behandelt), so bildet sich Harnsäure. Auf diese Weise können aus 1 *g* Milzpulpa etwa 2·5 *mg* Harnsäure erhalten werden. In Betreff der Isolirung und der quantitativen Bestimmung derselben sei auf die eingangs erwähnte Mittheilung verwiesen.

In dieser Milzpulpalösung ist keine fertige Harnsäure enthalten, sondern Vorstufen derselben. Die weitere Untersuchung dieser Lösung ergab das folgende interessante Resultat: Wird die genannte, mit Bleiessig ausgefällte Lösung gekocht und nach dem Abfiltriren des Coagulums auf ein kleines Volumen eingedampft, so enthält der Rückstand keine Harnsäure, aber Xanthinbasen. Dieselben sind in der Lösung auch nicht fertig enthalten, sondern werden erst durch Kochen abgespalten.

Aus einer grösseren Menge von Milzpulpa hergestellte und nach Coagulation von Eiweiss auf ein kleines Volumen gebrachte Lösung wurde mit ammoniakalischer Silberlösung ausgefällt, der Niederschlag in Salpetersäure unter Zusatz von Harnstoff gelöst und die Lösung nach Kossel in üblicher Weise verarbeitet. Das Gemisch der abgeschiedenen Basen bestand aus Xanthin und Hypoxanthin, die die bekannten Reactionen gaben und bei der Stickstoffbestimmung (volumetrisch) folgende Zahlen lieferten:

a) Xanthin:

	Versuch	Theorie ($C_5H_4N_4O_2$)
1.....	36·89% N	36·84% N
2.....	36·63	

b) Hypoxanthin:

Versuch	Theorie ($C_5H_4N_4O$)
41·0% N	41·16% N.

Dieses Resultat, dass aus der Milzpulpalösung nur Xanthin und Hypoxanthin erhalten wurden, während Guanin und Adenin ganz fehlten, ist auf den ersten Blick überraschend, da, den Versuchen von Kossel entsprechend, aus der Milz alle vier Basen gewonnen werden sollten.

Dieses Resultat erklärt sich aber ziemlich einfach bei Berücksichtigung der Erfahrungen von S. Schindler,[1] welcher fand, dass Adenin und Guanin bei der Fäulniss in Hypoxanthin, respective Xanthin umgewandelt werden. Die Milzpulpalösung enthält zwar keine fertigen Xanthinbasen, sondern Vorstufen derselben, jedoch werden diese letzteren durch die Fäulniss offenbar ebenso wie die fertigen Basen derart oxydirt, dass bei nachheriger Spaltung derselben beim Kochen nur Xanthin und Hypoxanthin entstehen und daher die Bildung von Guanin und Adenin unmöglich ist.

Die Xanthinbasen liefern bei der Oxydation bekanntlich keine Harnsäure und sind, wie erwähnt, in der Milzpulpalösung nicht fertig enthalten, sondern in Form einer Atomgruppe, die bei der Fäulniss der Milzpulpa abgespalten wurde und aus welcher entweder Harnsäure oder Xanthinbasen entstehen können. Wird dieselbe vor der Spaltung oxydirt (mit Blut, H_2O_2 oder Luft), so bildet sich Harnsäure, findet eine einfache Spaltung derselben ohne Oxydation (durch Kochen) statt, so entstehen Xanthinbasen. Die Harnsäure und die Xanthinbasen entstehen demnach aus einer und derselben Atomgruppe, und zwar in äquivalenten Mengenverhältnissen, wie der folgende Versuch lehrt:

Aus 100 *g* Milzpulpa und 1 *l* Wasser wurde in der oben bezeichneten Weise eine Milzpulpalösung bereitet. 250 cm^3 dieser Lösung wurden mit etwa der gleichen Menge frischen Blutes durch einige Stunden auf 45° C. erwärmt, die Flüssigkeit coagulirt, eingedampft und in derselben die Harnsäure (mit Silberlösung und Magnesiamixtur etc.) bestimmt. Die Menge der Harnsäure betrug 0·0604 *g*, entsprechend 0·0201 *g* Stickstoff.

Eine zweite Partie der Milzpulpalösung (250 cm^3) wurde coagulirt, die Flüssigkeit verdampft, mit ammoniakalischer Silberlösung ausgefällt, der Niederschlag mit Schwefelnatrium zersetzt,

---

[1] Beiträge zur Kenntniss des Guanins, Adenins und ihrer Derivate. Zeitschrift f. physiol. Chemie, **13**, S. 440.

vom Schwefelsilber abfiltrirt, das Filtrat mit Salzsäure angesäuert und eingedampft. Es schied sich keine Harnsäure ab, der Rückstand enthielt aber Xanthinbasen. Derselbe wurde nochmals gelöst und die Lösung mit ammoniakalischer Silberlösung gefällt, mit Schwefelnatrium wie früher behandelt und die Lösung des nach dem Eindampfen mit Salzsäure erhaltenen Niederschlages mit Lauge zur stark alkalischen Reaction versetzt und so im Vacuum durch 24 Stunden stehen gelassen, um etwa vorhandenes Ammoniak, das aus dem Silberniederschlage nicht leicht vollkommen zu entfernen ist, auszutreiben. Nun wurde die Flüssigkeit wieder angesäuert, zur Trockne verdampft und der Rückstand verbrannt. Derselbe enthielt 0·01995 *g* N, also eine Menge, die der aus der Harnsäure erhaltenen N-Menge nahezu gleichkommt. Es erscheint demnach dieselbe N-Menge entweder in Form von Harnsäure oder in Form von Xanthinbasen.

Es ist natürlich, dass aus der Milzpulpalösung nach dem Kochen die Xanthinbasen allein ohne eine Spur von Harnsäure nur dann erhalten werden, wenn man dafür Sorge trägt, dass sich die Lösung nicht oxydirt — es muss somit dieselbe bei möglichstem Sauerstoffabschluss verarbeitet werden. Dagegen muss die Milzpulpalösung vollständig oxydirt werden, wenn man aus derselben nur Harnsäure allein erhalten will, was am besten durch Erwärmen mit frischem Blut zu erzielen ist. Sind diese Bedingungen nicht eingehalten worden, so können in beiden Fällen Gemische von Harnsäure und der Xanthinbasen erhalten werden.

Diese gemeinsamen Vorstufen der Harnsäure und der Xanthinbasen konnten bis nunzu noch nicht isolirt werden. Dieselben können aus der Lösung mit ammoniakalischer Silberlösung ausgefällt werden, jedoch ist die Zersetzung des Niederschlages mit Sulfiden oder Säuren unausführbar, weil das Silber zum Theile in Lösung bleibt und die Verbindungen sich zersetzen. Beim Eindampfen der Milzpulpalösung im Wasserbade bei 40—50° C. scheidet sich allmälig Harnsäure aus. Hoffentlich werden weitere Versuche, die in dieser Richtung unternommen wurden, zum Ziele führen.

Schon in der früheren Mittheilung wurde darauf hingewiesen, dass die Verbindungen, aus welchen die Harnsäure bei der Behandlung der Milzpulpa mit Blut entsteht, in den lymphatischen

Elementen der Pulpa enthalten sein werden. Die nunmehr festgestellte Thatsache, dass die Harnsäure und die Xanthinbasen aus derselben Muttersubstanz sich bilden, liess keinen Zweifel darüber zu, dass die lymphatischen Elemente der Milz und speciell die Kerne derselben diese Muttersubstanz enthalten, da durch zahlreiche Untersuchungen, insbesondere von Kossel, die Thatsache eruirt wurde, dass das Vorkommen der Xanthinbasen in den Geweben durch die Anwesenheit der Kerne in den Gewebselementen bedingt ist, und dass aus Eiter (nach Miescher) dargestelltes Nucleïn (die Kerne) bei der Zersetzung mit Säure Xanthinbasen liefert. Ein directer Beweis, dass dem wirklich so sei, wurde auf diese Weise erbracht, dass aus der Milzpulpa (im Wesentlichen nach Miescher[1]) die Kerne dargestellt und geprüft wurden. Frische Milzpulpa wurde mit kräftig wirkender Pepsinsalzsäurelösung (3 pro mille HCl) durch etwa 24 Stunden bei 37—40° C. digerirt. Die ganze Flüssigkeit, in der die Kerne zum grossen Theile suspendirt sind, wurde mit Äther geschüttelt. Die Kerne setzen sich dabei oberhalb der wässerigen Flüssigkeit unter der braunen ätherischen Lösung in Form einer ziemlich dichten Schichte ab. Dieselben wurden getrennt, mit Wasser und Äther wiederholt geschüttelt, mit Alkohol, so lange sich dieser färbte, bei 40° C. digerirt, mit Äther ausgiebig extrahirt und als ein graues Pulver, welches bei der mikroskopischen Untersuchung als aus reinen Kernen bestehend sich erwies, erhalten.

Dieses Nucleïn in äusserst schwacher Lauge gelöst und mit Blut bis zur beginnenden Fäulniss bei 40° C. behandelt, lieferte Harnsäure. Die Nucleïnlösung kann auch mit einer Eiweisslösung in der Wärme faulen gelassen und die Flüssigkeit dann mit frischem Blut behandelt werden. Zu betonen wäre nur, dass das Nucleïn sich durch Fäulniss sehr langsam zersetzt, und dass demnach die Gemische durch längere Zeit stehen gelassen werden müssen. Am leichtesten zersetzt sich das Nucleïn, wenn man die Lösung desselben mit Milzpulpa und Wasser erwärmt, worauf das Plus der aus dem Nucleïn erhaltenen Harnsäure durch Vergleich mit der aus derselben Milzpulpamenge allein erhaltenen Harnsäuremenge constatirt werden kann.

---

[1] Med. chem. Unters. v. Hoppe-Seyler, S. 441.

Es wurde schon in der früheren Mittheilung berichtet, dass man auch durch siedendes Wasser aus der Milzpulpa eine Lösung erhält, die bei Behandlung mit Blut Harnsäure liefert; jedoch ist dieses Verfahren nicht verwendbar, weil bei demselben die Harnsäurevorstufen zum grossen Theile ungelöst bleiben oder zerstört werden, so dass nur eine sehr geringe Menge derselben übrig bleibt. Eine andere Methode der Zersetzung des Nucleïns als die durch Fäulniss, um die gemeinsamen Vorstufen der Harnsäure und der Xanthinbasen abzuspalten, wurde vorläufig nicht aufgefunden.

Aus diesen Versuchen ergibt sich daher, dass das Nucleïn der lymphoiden Elemente der Milzpulpa als Muttersubstanz nicht nur der Xanthinbasen, sondern auch der Harnsäure zu betrachten ist. Ob auch das Protoplasma dieser Elemente diese Vorstufen enthält, ist vorläufig nicht entschieden. Ein zwingender Grund für eine derartige Annahme ist zwar nicht gegeben — diese Möglichkeit aber vorläufig nicht ganz ausgeschlossen.

Hier muss noch hervorgehoben werden, dass auf die nahen Beziehungen der Xanthinbasen und der Harnsäure und auf die Möglichkeit der Harnsäurebildung aus denselben und aus dem Nucleïn schon vor längerer Zeit von vielen Forschern (Kossel, Schröder, Minkowski, Nencki und Sieber, Kerner, Ebstein und neulich Stadthagen) hingewiesen wurde, dass jedoch der experimentelle Beweis nicht erbracht werden konnte.

II. Bildung der Harnsäure aus anderen Organen.

Die weitere Frage, in welchen anderen histologischen Elementen, beziehungsweise Organen des Säugethierkörpers Muttersubstanzen der Harnsäure enthalten sind, wurde über meinen Vorschlag von Herrn Dr. Alexis Sadowenj, Docenten an der kais. medicinischen Militärakademie in St. Petersburg, im hiesigen Laboratorium noch im Sommer 1889 in Untersuchung gezogen.[1] Die erhaltenen Resultate sind im Nachfolgenden (Versuchsnummern

[1] Herr Dr. Sadowenj soll seither zum Professor an der medicinischen Facultät in Kiew ernannt worden sein, jedoch blieben zwei an ihn dorthin gerichtete Briefe mit der Bitte um Veröffentlichung der Arbeit unbeantwortet, so dass ich mich gezwungen sah, wenigstens die mir bekanntgewordenen Resultate hiemit zu veröffentlichen.

1—45) zusammengestellt. Das Verhalten der übrigen, vom Herrn Sadowenj nicht untersuchten Organe studirte Herr Emanuel Formanek[1] und erhielt die sub Versuchsnummern 46—80 angeführten Resultate.

Die untersuchten Organe, sowie das Blut rührten meistens von jungen Kälbern her und wurden immer vollkommen frisch, gewöhnlich noch thierwarm verarbeitet. Nur Herr Formanek untersuchte einige Organe von möglichst frischen Leichen. Herr Sadowenj untersuchte ausserdem noch Eiter, der auf der chirurgischen Klinik des Herrn Prof. Weiss aus einem „kalten" Abscesse entleert wurde.

Die Organe (20—100 *g*) wurden möglichst fein zerkleinert, gewogen, mit 300—500 *g* Blut gemischt und in einem auf circa 40° C. erwärmten Brutkasten durch mehrere Stunden, dann gewöhnlich über die Nacht, in dem langsam auskühlenden Brutofen ohne Erwärmen stehen gelassen. Da im Sommer, als Herr Sadowenj die Versuche anstellte, in den Gemischen rasch Fäulniss auftrat und durch dieselbe Harnsäure zerstört wird, so wurde den Gemischen etwas pulverisirtes Thymol zugesetzt, um die Fäulniss einzuschränken. Die Gemische wurden in Stöpselgläsern oder Kolben stehen gelassen und während des Erwärmens mehrmals mit Luft durchgeschüttelt. Das Durchleiten der Luft durch die Gemische während des Erwärmens wurde unterlassen, da dasselbe, wie Versuche mit Milzpulpa ergaben, auf das Versuchsresultat keinen wesentlichen Einfluss ausübt, wenn mit Sauerstoff gesättigtes Blut und in genügender Menge verwendet wird. Was die sonstige Versuchsanordnung, sowie die Methode der Isolirung und quantitativen Bestimmung der Harnsäure anbelangt, so wurde genau in der bei den Versuchen mit Milzpulpa angegebenen Weise verfahren, worüber in der eingangs erwähnten Mittheilung nachgesehen werden möge.

Bei den Versuchsresultaten von Herrn Sadowenj ist die Dauer, wie lange die Gemische erwärmt und dann bei Zimmertemperatur stehen gelassen wurden, angegeben, bei den Versuchen von Herrn Formanek fehlen diese Angaben. Hier wurde

---

[1] Derselbe unterstützte mich auch vielfach bei der Ausführung zahlreicher Versuche, wofür ich ihm hier meinen besten Dank sage.

das Erwärmen so lange fortgesetzt, bis sich ein Fäulnissgeruch eben bemerkbar machte. Derselbe tritt bei Verarbeitung der Leber schon sehr bald (nach wenigen Stunden) auf, und muss das Gemisch sofort coagulirt werden. In anderen Fällen wurden die Gemische, sobald Fäulnissgeruch auftrat, aus dem Brutofen entfernt und über die Nacht bei Zimmertemperatur stehen gelassen und erst am nächsten Morgen coagulirt. Nach Vorversuchen, die Herr Sadowenj anstellte, schien es, als ob die Leber keine Harnsäure liefern würde — bei derselben war aber der Fäulnissprocess offenbar schon zu weit fortgeschritten, woraus sich das negative Resultat erklärt, da die Leber auch Harnsäure liefert, wenn die Zersetzung entsprechend durchgeführt wird. Das Gehirn, die Haut und die Knorpel gerathen dagegen nur langsam in faulige Zersetzung und müssen daher viel länger erwärmt werden.

Um zu sehen, ob und in welcher Menge in den untersuchten Organen und im angewandten Blute fertige Harnsäure enthalten ist, wurde eine Partie des verkleinerten Organs mit derselben Blutmenge, die beim Versuche verwendet wurde, gemischt, sofort coagulirt und in derselben die Harnsäure bestimmt.

In allen Fällen, wo die Harnsäure abgeschieden wurde, wurde dieselbe nach der Wägung mikroskopisch und mittelst der Murexidreaction geprüft.

Versuchsnummer	Organ	Menge desselben (Gramm)	Erwärmt durch Stunden	Nachher bei gewöhnlicher Temp. gest. durch Stunden	Gefundene Harnsäuremenge in Milligr.	Harnsäure in der Controlprobe in Milligr.
1	Dünndarmschleimhaut (Kalb)	20	$6^1/_2$	15	26·0	—
2	„	20	—	—	—	Spuren
3	„	50	$6^1/_2$	10	42·0	—
4	„	50	—	—	—	Spuren
5	„	40	6	14	42·0	—
6	„	40	—	—	—	0·5
7	„	58	5	11	35·0	—
8	Knochenmark (Kalb)	14	6	10	6·8	—
9	„	59	6	10	21·0	—
10	„	59	—	—	—	Spuren
11	„	48	6	12	20·3	—

Versuchsnummer	Organ	Menge desselben (Gramm)	Erwärmt durch Stunden	Nachher bei gewöhnlicher Temp. gest. durch Stunden	Gefundene Harnsäuremenge in Milligr.	Harnsäure in der Controlprobe in Milligr.
12	Knochenmark (Kalb)	45	6	—	22·0	—
13	„	45	—	—	—	4·0
14	Thymus (Kalb)	50	7	—	24·0	—
15	„	50	—	—	—	1·1
16	„	65	6	13	70·0	—
17	„	65	—	—	—	0·8
18	„	65	6	13	13·0	—
19	Dünndarmschleimhaut (Kalb)	50	6	13	66·1	—
20	„	50	6	13	35·0	—
21	„	50	—	—	—	Spuren
22	„	50	7	12	17·7	—
23	Leber (Kalb)	50	—	—	—	0·3
24	„	50	—	—	—	0·3
25	Muskeln (Kalb)	50	$6^1/_2$	—	5·0	—
26	„	50	8	12	4·0	—
27	„	50	—	—	—	1·8
28	„	50	7	13	2·8	—
29	„	50	—	—	—	1·0
30	Sehnenbindegewebe (Kalb)	25	6	13	1·1	—
31	„	40	7	13	1·3	—
32	Ohrknorpel (Kalb)	38	7	13	1·0	—
33	„	40	6	13	7·6	—
34	Speicheldrüsen (Kalb)	25	7	13	2·8	—
35	„	27	7	13	12·5	—
36	Magenschleimhaut (Kalb)	50	7	13	9·8	—
37	„	50	7	12	9·2	—
38	„	50	6	11	11·3	—
39	„	50	—	—	—	1·1
40	Pancreas (Kalb)	27	6	11	3·0	—
41	„	30	6	11	3·7	—
42	„	30	—	—	—	Spuren
43	Nackenband (Kalb)	50	7	13	7·0	—
44	„	17	7	13	2·0	—
45	Eiter (Mensch)	100	6	13	20·4	—
46	„	100	—	—	—	0·9
47	Leber (Kalb)	100	.	.	60·0	—
48	„	100	—	—	—	Spuren

Versuchsnummer	Organ	Menge desselben (Gramm)	Erwärmt durch Stunden	Nachher bei gewöhnlicher Temp. gest. durch Stunden	Gefundene Harnsäuremenge in Milligr.	Harnsäure in der Controlprobe in Milligr.
49	Leber (Kalb)	100	—	—	—	3·5
50	„	50	.	.	33·5	—
51	Leber (Mensch)	50	.	.	29·5	—
52	„	50	—	—	—	0
53	„	50	.	.	32·7	—
54	„	50	—	—	—	0
55	„	50	.	.	31·1	—
56	„	50	—	—	—	0
57	Lunge (Kalb)	100	.	.	68·8	—
58	„	100	—	—	—	11·5
59	„	50	.	.	37·9	—
60	Lunge (Mensch)	50	.	.	21·0	—
61	„	50	—	—	—	0
62	„	50	.	.	19·2	—
63	„	50	—	—	—	0
64	„	50	.	.	22·1	—
65	„	50	—	—	—	0
66	Gehirn (Kalb)	50	.	.	42·7	—
67	„	50	—	—	—	16·7
68	Gehirn (Mensch)	50	.	.	15·9	—
59	„	50	—	—	—	0
70	„	50	.	.	14·3	—
71	„	50	.	.	13·9	—
72	„	50	—	—	—	0
73	Niere (Mensch)	50	.	.	9·4	—
74	„	50	—	—	—	1·4
75	„	50	.	.	3·8	—
76	„	50	.	.	7·4	—
77	Haut (Mensch)	36	.	.	29·8	—
78	„	36	—	—	—	0
79	„	50	.	.	22·2	—
80	„	50	—	—	—	0

Aus den in der vorstehenden Tabelle mitgetheilten Versuchsresultaten geht zunächst hervor, dass ein ähnliches Verhalten wie die Milzpulpa — mit Ausnahme der Sehnen — sämmtliche untersuchten Kalbs- und Menschenorgane zeigen, indem dieselben bei

Behandlung mit Blut bis zur beginnenden Fäulniss Harnsäure liefern. Wie die mitgetheilten Controlbestimmungen beweisen, ist in den Organen und im Blute entweder gar keine, oder nur in Spuren Harnsäure enthalten — nur im Kalbsgehirn und in der Kalbslunge wurden je einmal etwas merklichere Mengen gefunden — ein Befund, der vorläufig mit Bestimmtheit nicht zu erklären ist. Dagegen fand in fast allen Versuchen eine ganz deutlich wahrnehmbare Harnsäurebildung bei Behandlung der Organe mit Blut statt. Es muss hervorgehoben werden, dass es möglich ist, dass nicht in allen Fällen der Versuch derart ausgeführt wurde, dass bei demselben diejenige Harnsäuremenge erhalten wurde, die überhaupt erhalten werden kann — indem das Optimum möglicherweise nicht erzielt wurde, was bei der Anwendung der primitiven Methode leicht möglich ist.

Aus den Versuchen ist ferner zu ersehen, dass sich Kalbsorgane und Menschenorgane im Grossen und Ganzen ziemlich gleich verhalten — in Betreff der Milz vom Menschen wurde das gleiche Verhalten bereits in der eingangs erwähnten Mittheilung constatirt. Ein Unterschied scheint nur in der Richtung zu bestehen, dass Kalbsorgane mehr Harnsäure liefern als Organe vom Menschen, was damit zusammenhängen dürfte, dass die ersteren von jüngeren Individuen herrühren, die einen regeren Stoffwechsel haben.

Die bei der Behandlung der Organe mit Blut sich bildende Harnsäure entsteht offenbar aus Muttersubstanzen, die mit den in der Milz enthaltenen identisch sind. Die gleiche Art der Entstehung spricht dafür. Auch kann man aus zerkleinerten Organen durch mehrstündige Digestion mit Wasser bis zur beginnenden Fäulniss, ähnlich wie aus Milzpulpa Lösungen erhalten, die bei Behandlung mit Blut Harnsäure liefern. Ferner ist kaum zu bezweifeln, dass diese Muttersubstanzen ebenso wie in der Milz in den Zellkernen oder dem Nucleïn der Organe enthalten sind, welches durch Bacterienwirkung zerfällt. Die Zerfallsproducte liefern dann bei der Oxydation Harnsäure. Werden dagegen die Organe mit Säuren gekocht, so entstehen dabei, wie insbesondere aus den Versuchen von Kossel hervorgeht, Xanthinbasen.

Die Frage, ob die in den verschiedenen Organen enthaltenen Nucleïne identisch sind, ist bei unseren jetzigen, ganz unzulänglichen Kenntnissen derselben gar nicht entschieden — es ist aber

sehr wahrscheinlich, dass alle diese Nucleïne dieselbe Atomgruppe enthalten, aus der entweder Xanthinbasen oder Harnsäure entstehen kann.

Hier wäre noch eines Fundes zu erwähnen, über den K. B. Hofmann[1] berichtet, dass an der Oberfläche der Gesichtshaut, der Leber und der Schleimhaut des Magens einer zwei Monate beerdigt gewesenen Leiche sich weisse Flecken von Harnsäurekrystallen gebildet hatten. Aus den obigen Versuchen ist die Harnsäurebildung an den genannten Organen leicht verständlich.

Auch die Beobachtung von Chrzonszczewski[2] und Pawlinoff,[3] dass nach der Unterbindung der Ureteren die Harnsäuredepots in den Geweben der Vögel sich fast immer in der Nähe der Zellkerne finden, erklärt sich ziemlich einfach aus den obigen Befunden.

III. Harnsäurebildung im Säugethierorganismus in der Norm.

Aus den im Vorstehenden mitgetheilten Versuchen geht hervor, dass in allen Organen des Thierkörpers Substanzen enthalten sind, aus denen unter entsprechenden Bedingungen Harnsäure entstehen kann. Dieselben sind Nucleïne. Es frägt sich, ob dieselben auch in vivo Muttersubstanzen der Harnsäure bilden?

Zunächst wurden Versuche angestellt, wie sich in den Körper eingeführtes Nucleïn in dieser Beziehung verhält. Das aus der Milzpulpa dargestellte Nucleïn (vergl. Cap. I) bewirkt nach Einverleibung in den Thierkörper in der That eine Vermehrung der Harnsäureausscheidung.

a) Einem Kaninchen, welches mit Brot und Kraut gefüttert wurde, und welches an 2 Normaltagen 7, respective 8 *mg* Harnsäure durch den Harn entleerte, wurden 0·75 *g* in äusserst verdünnter Lauge gelöstes Nucleïn subcutan injicirt. Der am Versuchstage entleerte Harn enthielt 25·8 *mg* Harnsäure.

b) Bei einem zweiten, an einem anderen Kaninchen in derselben Weise angestellten Versuche wurde auch eine Vermehrung der ausgeschiedenen Harnsäure gefunden.

---

[1] Lehrb. d. Zooch., 1883, S. 512.

[2] Virchow's Arch., **55**, S. 174.

[3] Ebenda, **2**, S. 166.

	Harn+Spülwasser	Gesammt-N	Harnsäure
I. Normaltag....	430 cm^3	1·24 g	1·5 mg
II. „	400	1·12	2·0
III. „	380	1·02	1·8
IV. „	360	0·853	1·0
V. Nucleïntag ...	290	1·323	8·2

c) Ein Mann ernährte sich während der 5tägigen Versuchsdauer mit 485 g Fleisch (als Beefsteak zubereitet), 350 g Weissbrod, 40 g Butter und 2 l Bier pro Tag. Am 5. Versuchstage nahm derselbe noch 5 g Milzpulpanucleïn suspendirt in Wasser ein. Die Analyse des Harnes ergab das folgende auf eine Vermehrung der Härnsäure hinweisende Resultat:

	Harnmenge	Gesammt-N	Harnsäure
I. Normaltag....	1600 cm^3	16·36 g	0·981 g
II. „	1850	17·16	0·912
III. „	2150	15·68	0·981
IV. „	1590	18·31	1·017
V. Nucleïntag....	1925	19·81	1·211

d) Da dieser Versuch aus äusseren Gründen abgebrochen werden musste, so wurde noch ein derartiger Versuch angestellt. Die täglich eingenommene Nahrung des Versuchsmannes bestand aus 250 g Fleisch (sorgfältig auspräparirt und dann als Beefsteak gebraten), 100 g Emmenthalerkäse, 100 g Reis, 100 g Butter, 200 g Weissbrod, Infus aus 1·5 g Thee, 2·5 g Kochsalz, 1000 cm^3 Bier und 500 cm^3 Wasser. Die erhaltenen Resultate sind nachfolgende:

	Versuchstag	Harnmenge	Gesammt-N	Harnsäure
	I.....	1350 cm^3	—	0·689 g
	II.....	1300	17·75 g	0·758
	III.....	1870	17·68	0·670
	IV.....	1200	18·25	0·737
	V.....	1260	16·01	0·721
	VI.....	1450	17·13	0·861
10 g Nucleïn eingenommen	VII.....	1410	15·53	1·000
	VIII.....	1360	15·85	0·951
	IX.....	1340	16·05	0·813
	X.....	1500	16·36	0·783
	XI.....	1480	16·09	0·704

An den 6 Normaltagen wurden daher im Mittel 17·36 *g* N und 0·739 *g* Harnsäure ausgeschieden. Nach Einnahme von Nucleïn sank die N-Ausscheidung, während diejenige der Harnsäure unzweifelhaft anstieg. An den zwei nächstfolgenden Tagen ist diese Vermehrung der Harnsäureausscheidung noch bestehend und sinkt langsam ab, während die N-Ausscheidung langsam ansteigt.

e) Ein Mann hungerte 18 Stunden lang und nahm dann 5·5 *g* Nucleïn suspendirt im Wasser ein. Da beim Hunger von der 13. Stunde nach der Nahrungsaufnahme an die stündliche Harnsäureausscheidung in den nächsten Stunden sich nicht ändert (vergl. später), so kann aus dem Vergleiche der in der reinen Hungerperiode und der nach Einnahme von Nucleïn ausgeschiedenen Harnsäuremenge geschlossen werden, ob das Nucleïn die Harnsäurebildung beeinflusst. In dem 2stündigen Hungerharne (von der 17. und 18. Hungerstunde 9—11 Uhr Früh), sowie in den 2stündigen Harnportionen nach Einnahme von Nucleïn (11—1, 1—3 und 3—5 Uhr Nachmittags) wurden die Harnsäure und der Gesammt-N bestimmt, und es wurden folgende Resultate erhalten:

	Stunde	Harnmenge	Gesammt-N	Harnsäure
	9—11 . . .	81 *cm³*	1·065 *g*	46·8 *mg*
Um 11 Uhr wurde Nucleïn eingenommen	11—1	670	1·040	46·9
	1—3	335	1·013	64·7
	3—5	148	1·096	93·6

Es ist demnach beim hungernden Menschen 2 Stunden schon nach Einnahme von Nucleïn eine deutliche Zunahme der Harnsäureausscheidung zu constatiren.

f) Ein zweiter, an einem anderen Versuchsmanne in derselben Weise angestellter Versuch ergab ein ähnliches, aber weniger entscheidendes Resultat:

	Stunde	Harn	Gesammt-N	Harnsäure
	9—11	400 *cm³*	1·214 *g*	42·8 *mg*
11 Uhr Nucleïn-einnahme	11—1	550	1·179	37·8
	1—3	115	0·831	55·0
	3—5	250	1·219	43·0

Stadthagen[1] verfütterte einem Hunde Hefenucleïn, gelangte aber zu einem vollkommen negativen Resultate — die Harnsäure hatte nicht zugenommen. Es ist vorläufig schwierig, dieses Resultat zu erklären. Vielleicht verhält sich der Hundeorganismus anders oder ist die Nucleïnart Schuld daran.

Wenn nun in den Thierkörper eingeführtes Nucleïn eine vermehrte Ausscheidung und offenbar auch Bildung der Harnsäure, wenigstens beim Menschen und Kaninchen, bewirkt, so ist es denkbar, dass im Organismus die Harnsäure auch aus Nucleïn, beziehungsweise beim Zerfalle nucleïnhältiger Gewebe sich bilden kann, so dass die Bildung der Harnsäure (und der Xanthinbasen) als Ausdruck des Zerfalles nucleïnhältiger Gewebe betrachtet werden könnte.

Obzwar bei den Versuchen die Organe, beziehungsweise das Nucleïn durch Fäulniss gespalten werden musste, um Harnsäure zu erhalten, und im Organismus keine Fäulniss in den Geweben vor sich geht, so besteht doch keine Schwierigkeit für die Annahme einer ähnlichen Spaltung des Nucleïns im Organismus, da analoge Processe bekannt sind und nach Nucleïneingabe eine Vermehrung der Harnsäure constatirt wurde.

Wenn man zunächst die Verhältnisse im normalen Organismus diesbezüglich in Betracht zieht, so muss mit Voit[2] zugegeben werden, dass die Gewebselemente des normalen Organismus im Grossen und Ganzen keinem raschen Wechsel unterliegen können, dass dieselben im Gegentheil offenbar lange persistiren und einem Zerfalle nicht so leicht anheimfallen. Eine Ausnahme davon bilden — wenn von den epidermoidalen Gebilden und gewissen Drüsen abgesehen wird — die Leucocyten, die zweifellos einem raschen Wechsel unterliegen. Es ist bekannt, dass die Nahrungs- (Fleisch-) Aufnahme eine bedeutende Vermehrung derselben im Blute — eine sogenannte Verdauungsleucocytose — veranlasst, und dass schon wenige Stunden nach der Nahrungsaufnahme dieselben aus dem Blute wieder verschwinden. Die Schicksale dieser aus dem Kreislaufe verschwundenen Leucocyten sind nicht näher bekannt — es dürfte aber keinem Zweifel unterliegen, dass die-

---

[1] Virch. Arch., 119, S. 420.

[2] Physiol. d. allg. Stoffwechsels und d. Ernährung, 1881, S. 274 u. ff.

selben in den Geweben zu Grunde gehen, und dass die Zerfallsproducte derselben offenbar als Nährmateriale für die Gewebe dienen. Unter diesen Zerfallsproducten muss aber auch das Leucocytennucleïn und die Zersetzungsproducte desselben auftreten, die aber zur Bildung der Harnsäure, respective der Xanthinbasen beitragen können. Wenn die Leucocyten auch an der Bildung der rothen Blutkörperchen participiren — wie angenommen wird — so muss auch bei diesem Processe, da nucleïnfreie Elemente entstehen, das Nucleïn, d. i. die Muttersubstanz der Harnsäure und der Xanthinbasen in Freiheit gesetzt werden.

In bester Übereinstimmung mit der Ansicht, dass im Säugethierorganismus in der Norm nur die Leucocyten, respective deren Zerfallsproducte die Muttersubstanzen der Harnsäure abgeben, befinden sich die bis jetzt bekannt gewordenen Thatsachen betreffend das Verhalten des Leucocytengehaltes des Blutes und der Harnsäureausscheidung in der Norm.

Es sei zunächst darauf hingewiesen, dass im Kindesalter das Blut einen bedeutenden Gehalt an Leucocyten aufweist, einen weit höheren als das Blut Erwachsener, und gerade bei Kindern ist eine relativ grössere Harnsäureausscheidung constatirt worden als bei Erwachsenen. So werden z. B. bei Neugeborenen in den ersten Lebenstagen 7—8%, bei Erwachsenen nur 1—2% des Gesammtstickstoffes in Form von Harnsäure ausgeschieden.

Aus zahlreichen Versuchen aus älterer und neuerer Zeit geht ferner hervor, dass beim Menschen die Menge der ausgeschiedenen Harnsäure hauptsächlich von der Qualität und der Quantität der Nahrung abhängt. Im Hungerzustande ist die Harnsäureausscheidung gering — steigt aber nach Aufnahme von Eiweiss rasch, um schon nach einigen Stunden abzufallen. In dieser Beziehung sei auf die ersten diesbezüglichen Versuche von H. Ranke,[1] sowie auf die neuesten von Mareš[2] und von Camerer,[3] welche Beobachtungen im Wesentlichen übereinstimmen, hingewiesen. Mareš verfolgte eingehend das Verhalten der Harnsäureausscheidung im nüchternen Zustande und nach

[1] Beobachtungen und Versuche über die Ausscheidung der Harnsäure beim Menschen etc. München, 1858.

[2] Sborník lék. II, I. Heft. Ctrbl. f. d. m. Wiss., 1888, S. 2.

[3] Zeitschr. f. Biolog., 26, S. 84.

Fleischaufnahme und fand, dass dieselbe in der 13. Stunde nach Nahrungsaufnahme auf das Minimum sinkt und sich nun von Stunde zu Stunde bis zur 24—27. Stunde kaum ändert, dass dagegen nach Fleischaufnahme sehr bald eine bedeutende Vermehrung der Harnsäureausscheidung auftritt. Auch ältere Versuche, die nach weniger zuverlässigen Methoden ausgeführt wurden, ergaben im Wesentlichen damit übereinstimmende Resultate.

Anderseits wurde schon zum Theile durch ältere Versuche, insbesondere aber durch neuere Untersuchungen von Pohl[1] am Hunde und von v. Limbeck[2] beim Menschen sichergestellt, dass bei Gesunden in der Regel im nüchternen Zustande der Leucocytengehalt des Blutes um die 18. Stunde auf das Minimum sinkt, dass dagegen 1—2 Stunden nach Fleischaufnahme eine bedeutende Vermehrung der Leucocytenzahl im Blute auftritt, die nach einigen Stunden wieder abfällt.

Diese Verhältnisse wurden an 5 jungen, gesunden Leuten (Candidaten der Medicin) studirt, indem bei denselben nach 18 stündigem Hungern der Leucocytengehalt des Blutes untersucht und in der zweistündigen Hungerharnmenge (von der 17. und 18. Hungerstunde) die Harnsäure neben dem Gesammt-N bestimmt wurde, worauf dieselben 400—500 *g* Fleisch, das gebraten wurde, circa 250 *g* Brot, 40 *g* Butter und 1 *l* Bier zu sich nahmen. Darauf wurde in dem von der 3.—5. Stunde nach der Nahrungsaufnahme gelassenen Harne abermals Harnsäure und der Gesammt-N bestimmt und zwischen der 4.—5. Stunde der Leucocytengehalt des Blutes untersucht.

Die Untersuchung des Leucocytengehaltes des Blutes wurde wie in diesem Falle, so auch in allen übrigen unten angeführten von Herrn Dr. Mrazek, Institutsassistenten, mit dem Zeiss-Thoma'schen Apparate vorgenommen, wobei das Blut durch einen Einstich mittelst einer Lancette in die Fingerbeere ohne Quetschung gewonnen und der frei ausfliessende Blutstropfen im Apparate mit 0·3% Essigsäure gewöhnlich auf das 10fache — und nur selten, wenn der Tropfen zu klein war, auf das 20fache

---

[1] Arch. f. exp. Path. und Pharmacol., 25, S. 31.

[2] Zeitschr. f. Heilkunde, X.

verdünnt wurde, worauf die Zählung der Leucocyten, die gewöhnlich wiederholt wurde, nach dem Absetzen derselben in der Zählkammer am ganzen Theilungsnetz vorgenommen wurde.

Die Zahlen für den Leucocytengehalt beziehen sich auf 1 mm^3 Blut.

Die erhaltenen Versuchsresultate sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

Versuchsmann	Hungerzustand				Nach Aufnahme der Fleischnahrung			
	Leucocytenzahl nach 18St. Hungern	Harn von der 17. und 18. Hungerstunde in Cem.	Harnsäuregehalt in Milligramm	Gesammt-N-Gehalt in Milligramm	Leucocytenzahl 5 Stunden nach Aufnahme der Nahrung	Harn von der 4. und 5. Stunde nach Nahrungsaufnahme	Harnsäuregehalt in Milligramm	Gesammt-N-Gehalt in Milligramm
Bl.	4500	170	39·9	1034	7250 = +61·1%	340	148·1 =+271·0%	1445
Ja.	4750	50	42·5	642	7500 = +57·9%	85	117·3 = +176%	1014
Fk.	5002	120	49·6	1056	7744 = +54·8%	330	143·2 = +188%	1838
Li.	9950	50	57·2	756	14·900 = +49·7%	260	106·0 = +86%	1445
Wi.	5700	160	33·3	463	7700 = +35·1%	85	102·0 = +206%	925

Die mitgetheilten Resultate ergeben in Übereinstimmung mit den bisherigen Erfahrungen, dass bald nach Fleischaufnahme, während der Leucocytengehalt des Blutes steigt, auch eine sehr bedeutende Steigerung der Harnsäureausscheidung auftritt, während die Harnstoff-, beziehungsweise Gesammt-N-Ausscheidung in dieser Zeit noch nicht sehr vermehrt ist.

Dass die Qualität der Nahrung die Harnsäure-Ausscheidung, beziehungsweise -Bildung beeinflusst, wird von allen Autoren zugegeben. Während aber einige angeben, dass bei ein und demselben Individuum nach Fleischaufnahme eine sehr bedeutende, nach vegetabilischer Kost dagegen nur eine sehr unbedeutende Menge von Harnsäure ausgeschieden wird, betonen wieder andere, dass bei vegetabilischer Kost zwar etwas weniger Harnsäure, als nach Fleischaufnahme ausgeschieden wird, dass demnach die

Qualität der Nahrung auf die Harnsäureausscheidung keinen sehr bedeutenden Einfluss ausübt.

Zur Illustration dieser Meinungsdifferenzen mögen hier aus den Literaturangaben folgende zwei Beispiele Erwähnung finden:

Nach Bunge[1] schied ein gesunder junger Mann bei animalischer Nahrung neben 67·2 *g* Harnstoff etc. 1·4 *g* Harnsäure, bei vegetabilischer Kost dagegen neben 20·6 *g* Harnstoff nur 0·25 *g* Harnsäure aus.

Eine wesentlich andere Angabe findet man bei Ranke (l. c.), der bei reiner Fleischkost 0·88 *g*, bei vegetabilischer Kost dagegen 0·65 *g* Harnsäure zur Ausscheidung brachte und aus dem Versuche schloss, dass die Harnsäureausscheidung von der Art der Nahrung verhältnissmässig unabhängig ist. Aus dem oben angeführten Versuche von Bunge geht aber das Gegentheil hervor.

Da an der Correctheit der Durchführung beider Versuche gar nicht gezweifelt werden kann, so muss der Grund dieser Differenz beider Versuchsresultate durch andere Verhältnisse bedingt sein, und es muss an das Nächstliegende, an die individuelle Verschiedenheit beider Versuchsindividuen, die in diesen beiden Versuchen verwendet wurden, gedacht werden.

Um diese Verhältnisse näher kennen zu lernen, wurden Versuche über den Einfluss der vegetabilischen Kost auf die Harnsäureausscheidung an den vier Individuen, die im vorigen Versuche verwendet wurden, angestellt. Die Versuchsmänner hungerten 18 Stunden wie im vorigen Versuch. Darauf erhielten dieselben statt der Fleischkost eine rein vegetabilische Kost, bestehend aus gekochtem Reis in Quantitäten, die sie bewältigen konnten, mit 40 *g* Butter, 250 *g* Brod und 1 *l* Bier. Darauf wurde der Harnsäure- und Gesammt-N-Gehalt des von der 3.—5. Stunde nach der Nahrungsaufnahme ausgeschiedenen Harnes, sowie der Leucocytengehalt des Blutes zwischen der 4.—5. Stunde, wie im vorigen Versuch, bestimmt. Zum Vergleich sind die Resultate, die im Hungerzustande im vorigen Versuche erhalten wurden, noch einmal angeführt. Der Versuch mit vegetabilischer Kost folgte den nächsten Tag auf den ersten Versuch.

---

[1] Lehrb. der physiol. und pathol. Ch., II. Aufl., S. 293.

Versuchsmann	Hungerzustand				Nach Aufnahme der vegetabilischen Nahrung			
	Leucocytenzahl nach 18 St. Hungern	Harn in der 17. und 18. Hungerstunde in Ccm.	Harnsäuregehalt in Milligramm	Gesammt-N-Gehalt in Milligramm	Leucocytengehalt 5 Stunden nach Aufnahme der Nahrung	Harn von der 4. und 5. St. nach Aufnahme der Nahrung in Ccm.	Harnsäuregehalt in Milligramm	Gesammt-N-Gehalt in Milligramm
Bl.	4500	170	39·9	1034	5900 = +23·7%	95	77·4 = +94%	869
Ja.	4750	50	42·5	642	4900 = +3·1%	55	52·9 = +24·5%	793
Fk.	5002	120	49·6	1056	5050 = +0·95%	280	59·3 = +19·5%	1159
Wi.	5700	160	33·3	463	5850 = +2·5%	290	42·3 = +27·0%	1086

Bei Betrachtung dieser Versuchsresultate ergibt sich zunächst, dass nicht alle vier Versuchsmänner das gleiche Verhalten zeigten, trotzdem die Versuche in ganz gleicher Weise angestellt wurden. Während beim Versuchsmanne Bl. nach Aufnahme vegetabilischer Kost die Harnsäure beinahe auf das Doppelte des Hungerwerthes stieg, ist bei den übrigen drei Versuchsmännern (Ja., Fk. und Wi) nur eine unbedeutende Steigerung (um $^1/_5$—$^1/_4$ des Hungerwerthes) aufgetreten. Es schliesst sich demnach der Fall Bl. an den Versuch von Ranke, die übrigen drei an den von Bunge an. Es dürfte demnach bei Berücksichtigung dieser, sowie der anderen Versuche, die in Betreff der Harnsäureausscheidung nach Aufnahme vegetabilischer Nahrung bekannt wurden, keinem Zweifel unterliegen, dass in dieser Beziehung einzelne Individuen bedeutende Differenzen aufweisen.

Einen Aufschluss über den Grund dieses differenten Verhaltens der Harnsäureausscheidung bei unseren Versuchsmännern bietet das Verhalten des Leucocytengehaltes des Blutes bei denselben. Während bei den drei Versuchsindividuen, bei denen nach Aufnahme vegetabilischer Kost keine merkliche Vermehrung der Harnsäureausscheidung beobachtet wurde, auch keine merkliche Vermehrung des Leucocytengehaltes des Blutes sich einstellte, erschien beim Versuchsmanne Bl., bei dem die Harnsäure-

menge beinahe verdoppelt wurde, auch eine sehr merkliche Steigerung der Leucocytenzahl im Blute.

Diese Thatsache steht in bester Übereinstimmung mit der Vorstellung, dass die Harnsäure in der Norm aus den Leucocyten entsteht.

Zur Erprobung der Stichhältigkeit der Annahme, dass die Harnsäurebildung im Organismus in der Norm von dem Leucocytengehalte des Blutes und nur mittelbar von der Nahrungsaufnahme abhängig ist, war es von grosser Wichtigkeit zu untersuchen, wie sich dieselbe nach Aufnahme der Fleischnahrung bei denjenigen Individuen verhalten wird, die keine Verdauungsleucocytose aufweisen, d. i. bei denen keine Vermehrung der Leucocytenzahl im Blute nachweisbar ist, trotzdem dieselben eine Fleischnahrung aufnahmen, welche bei normalen Individuen eine bedeutende Vermehrung der Leucocyten im Blute veranlasst. Bei keinem der vielen gesunden jungen Leute, die bei uns diesbezüglich untersucht wurden, konnte das Fehlen der Verdauungsleucocytose nachgewiesen werden. Dank der besonderen Freundlichkeit des Herrn Prof. Přibram war es aber doch möglich, dieses Verhalten an drei Individuen, die keine Verdauungsleucocytose auch nach Fleischaufnahme zeigten, zu untersuchen. Diese drei Individuen befanden sich in Behandlung auf der Klinik des Herrn Prof. Přibram, der mir die Harne derselben zur Untersuchung überliess und das Verhalten des Leucocytengehaltes des Blutes bereitwilligst mittheilte. Die Versuchsindividuen hungerten 18 Stunden — von 5 Uhr Abends bis 11 Uhr Vormittag nächsten Tages. Um 11 Uhr erhielten dieselben eine Fleischmahlzeit. Unmittelbar vorher wurde der Leucocytengehalt des Blutes, entsprechend dem Hungerzustande, dann um 1, 3 und 5 Uhr Nachmittags nach Nahrungsaufnahme bestimmt. Der Hungerharn wurde von 9—11 Uhr Vormittags (im dritten Falle auch von 7—9), der Harn nach Nahrungsaufnahme in zweistündigen Portionen von 11—1, von 1—3 und von 3—5 Uhr Nachmittags gesammelt und in demselben die Harnsäure bestimmt. Die Resultate sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

I. K. Josef.

Leucocytenzahl		Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr: 8·000	Hungerzustand...	9—11 Vorm.	130 cm^3	81·2 mg

11 Uhr Aufnahme der Fleischnahrung.

Leucocytenzahl	Stunde	Harn	Harnsäure
1 Uhr: 6·700	11—1 M.	90 *cm*³	51·5 *mg*
3 „ 7·200	1—3 Nachm.	60	42·2
5 „ 10·500	3—5 „	55	47·9

II. J. Marie.

Leucocytenzahl	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr: 5·500	Hungerzustand... 9—11 Vorm.	80 *cm*³	41·5 *mg*

11 Uhr Aufnahme der Fleischnahrung.

1 „ 4·000	11—1 M.	35	31·4
3 „ 4·000	1—3 Nachm.	45	40·0
5 „ 5·000	3—5 „	40	25·8

III. S. Adolf.

Leucocytenzahl	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr: 10·500	Hungerzustand... 7—9 Vorm.	120 *cm*³	42·3 *mg*
	„ 9—11 „	50	22·5

11 Uhr Aufnahme der Fleischnahrung.

1 „ 9·100	11—1 M.	70	34·8
3 „ 8·200	1—3 Nachm.	45	25·1
5 „ 9·200	3—5 „	55	32·8

In allen drei untersuchten Fällen ist demnach nach Aufnahme der Fleischnahrung nicht nur keine Vermehrung, sondern eine Verminderung des Leucocytengehaltes des Blutes eingetreten. Parallel mit diesem Verhalten der Leucocyten im Blute erschien keine Vermehrung, sondern eine Verminderung der Harnsäureausscheidung trotz Aufnahme der Fleischnahrung. Es besteht demnach ein gewaltiger Unterschied im Verhalten dieser Individuen im Vergleich mit denjenigen, bei denen nach Fleischaufnahme sich Verdauungsleucocytose einstellt.

In allen diesen drei Fällen handelte es sich um Carcinoma ventriculi. Es ist möglich und sogar wahrscheinlich, dass bei denselben die Verdauungsleucocytose nicht gänzlich fehlt, sondern nur bedeutend retardirt ist. Vielleicht tritt dieselbe Nachts auf. Fall I zeigt z. B. um 5 Uhr Abends bereits eine entschiedene

Steigerung der Leucocytenzahl, gegenüber den am Nachmittage beobachteten Werthen. Die nach 18stündigem Hungern erhaltenen Leucocytenzahlen sind meistens grösser als die nach Nahrungsaufnahme, was vielleicht so gedeutet werden kann, dass die relativ spät auftretende Leucocytose nach Nahrungsaufnahme erst um diese Zeit gänzlich abklingt. Dieses Verhalten ist übrigens für die hier in Betracht kommenden Verhältnisse ganz irrelevant.

Alle drei mitgetheilten Versuchsreihen über den Einfluss der Nahrungsaufnahme auf die Harnsäureausscheidung ergeben daher mit Bestimmtheit, dass zwischen der Harnsäureausscheidung und dem Leucocytengehalte des Blutes ein Paralellismus besteht. Eine Vermehrung der Leucocytenzahl nach Nahrungsaufnahme ist von einer Vermehrung der Harnsäureausscheidung — eine Verminderung der Leucocytenzahl im Hungerzustande ist von einer Verminderung der Harnsäureausscheidung begleitet.

Diese Thatsache zusammengehalten mit dem Befunde, dass aus den Zerfallsproducten der Leucocyten unter entsprechenden Bedingungen Harnsäure entsteht, und ferner mit der kaum zu bezweifelnden Thatsache, dass die Leucocyten im Organismus zerfallen, berechtigt wohl zum Schlusse, dass im Säugethierorganismus in der Norm die Harnsäure aus den Zerfallsproducten derselben sich bildet.

Hier sei noch schliesslich auf eine Eigenthümlichkeit der Harnsäureausscheidung, respective -Bildung im Organismus aufmerksam gemacht.

Bei den Versuchen mit vegetabilischer Kost wurde schon hervorgehoben, dass einzelne Individuen nach Aufnahme dieser Kost sich ziemlich verschieden verhalten, indem von einzelnen Individuen mehr oder weniger Harnsäure ausgeschieden wird. Dass auch nach Aufnahme der Fleischnahrung nicht alle Individuen ein gleiches Verhalten zeigen, indem einzelne relativ mehr, andere wieder relativ weniger vermehrte Harnsäureausscheidung zeigen, ist sicher. (Dabei wird von den pathologischen Fällen mit Mangel der Leucocytose und Harnsäurevermehrung abgesehen.) Auch die oben mitgetheilten Versuche mit Fleischnahrung sprechen dafür, indem auch bei den untersuchten fünf Individuen keine gleich grosse Harnsäurevermehrung erschien. Man hat es dem-

nach auch in diesem Falle mit individuellen Verschiedenheiten zu thun, die übrigens schon lange bekannt sind, aber wenig beachtet wurden, und die den deutlichsten Ausdruck in der Relation der Harnsäure zum Harnstoff, welcher Quotient bekanntlich sehr bedeutend variiren kann, findet. Auch im Hunger bestehen individuelle Verschiedenheiten in der Harnsäureausscheidung, was auch aus den obigen Versuchen hervorgeht, da die einzelnen Versuchsindividuen im Hunger ziemlich differente Harnsäuremengen zur Ausscheidung brachten. Die Harnsäurebildung in der Norm hängt demnach von individuellen Eigenthümlichkeiten ab, die ihren Grund in dem individuell verschiedenen Leucocytengehalte des Blutes, sowie in dem individuell verschiedenen Vermögen der Leucocytenproduction, die durch Nahrungsaufnahme bei einzelnen Individuen in bedeutend variirendem Masse angeregt werden kann, haben. Die von einem Individuum in der Norm ausgeschiedene Harnsäuremenge repräsentirt daher zum Theile einen individuellen Werth — wird aber von dem Ernährungszustande des Organismus, insbesondere aber von der Qualität und Quantität der aufgenommenen Nahrung in hohem, individuell aber sehr variablem Grade und — wie oben auseinandergesetzt — nur indirect durch Beeinflussung der Leucocytenproduction beeinflusst.

Dass die ausgeschiedene Harnsäuremenge zum Theile einen individuellen Werth darstellt, wurde neulich schon von Mareš[1] hervorgehoben. Auch E. Salkowski[2] spricht sich in demselben Sinne aus.

Es ist klar, dass unter solchen Umständen aus dem Verhältnisse der Harnsäure zum Harnstoff oder zum Gesammtstickstoff auf eine Vermehrung oder Verminderung der Harnsäure nicht geschlossen werden kann, und es muss daher der Meinung von Salkowski (l. c.) nur zugestimmt werden, dass man dieser Relation überhaupt keinen grossen Werth beilegen soll.

IV. Harnsäureausscheidung unter dem Einflusse einiger Gifte.

Schon vor längerer Zeit fand H. Ranke,[3] dass beim gesunden Menschen die Menge der ausgeschiedenen Harnsäure durch Chinin

[1] L. c.

[2] Virch. Arch., 117, S. 570.

[3] L. c.

vermindert wird. Andere Autoren: G. Kerner,[1] Prior[2] und neulich Kumagawa[3] bestätigten diese Angabe.

Nach Chittenden[4] bewirkt Antipyrin bei Gesunden, sowie nach Jakubowitsch[5] bei gesunden und fiebernden Kindern eine Herabsetzung der Harnsäureausscheidung.

Dagegen konnte Umbach[6] unter dem Einflusse von Antipyrin keine Veränderung der Harnsäureausscheidung constatiren, während Kumagawa (l. c.) bei einem im N-Gleichgewichte befindlichen Hunde nach Eingabe grosser Antipyrindosen eine Vermehrung der Harnsäure bis zu 65% fand, wobei aber die Gesammt-N-Ausscheidung unverändert blieb.

Auch Antifebrin bewirkt nach Chittenden (l. c.) eine Herabsetzung der Harnsäure und N-Ausscheidung. Dagegen fand Kumagawa (l. c.) nach grossen Antifebrindosen eine vermehrte N-Ausscheidung beim Hunde, was auch Lepine[7] wenigstens unter gewissen Umständen beobachtete.

Vor Kurzem berichtete Mareš (l. c.), dass beim hungernden Menschen nach subcutaner Injection von 10—20 *mg* salzsauren Pilocarpins eine merkliche Vermehrung der Harnsäureausscheidung auftritt.

Diese (in Betreff des Antipyrins und Antifebrins übrigens nicht übereinstimmenden) Versuchsresultate haben bis nunzu keine ausreichende Erklärung gefunden, und es war daher von grossem Interesse, vor Allem das Verhalten des Leucocyten gehaltes des Blutes unter der Einwirkung dieser Gifte zu prüfen.

In dieser Richtung liegen nur die Untersuchungen von Binz[8] vor, der den Leucocytengehalt des Blutes nach Chinineingabe herabgesetzt fand.

Die Versuche wurden an gesunden jungen Leuten (Candidaten der Medicin) ähnlich wie die vorstehenden ausgeführt.

---

1 Pflüger's Arch., **3**, S. 93.
2 Arch. f. d. ges. Physiol., **34**, S. 237.
3 Virch. Arch., 113, S. 134—202 u. 394.
4 Zeitschr. f. Biol., **25**.
5 J. Th., 1885, S. 444.
6 J. Th., 1886, S. 418.
7 J. Th., **18**, S. 212.
8 Das Chinin etc., Berlin, 187[illegible], S. 12.

Nach 18stündigem Hungern wurde beim betreffenden Versuchsmanne das Blut auf den Leucocytengehalt untersucht (um 11 Uhr Vormittags, entsprechend dem Hungerzustande) und sofort darauf die betreffende Substanz per os eingegeben, worauf nach einiger Zeit das Blut wieder untersucht wurde (entsprechend dem Zustande der Giftwirkung). Im Hungerharne (von der 17. und 18. Hungerstunde 9—11 Uhr Vormittags), sowie in den zweistündigen Harnportionen nach Einnahme der betreffenden Substanz (von 11—1 Uhr Mittags, 1—3 und 3—5 Uhr Nachmittags) wurde die Harnsäure bestimmt.

Ausser den Giften, von denen früher die Rede war, wurde noch das Atropin in Untersuchung gezogen, weil es von Interesse war, die Wirkung des toxicologischen Gegners des Pilocarpins kennen zu lernen.

Wie aus dem im Nachfolgenden Mitgetheilten hervorgeht, wurden nur kleinere und mittlere Dosen von allen den genannten Stoffen angewendet — in den meisten Fällen aber traten die charakteristischen Symptome der Giftwirkung auf.

Die Resultate sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt:

I. Chinin.

1. Versuchsmann P.

Leucocytenzahl	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 5950	9—11 Vorm.	136 *cm³*	41·1 *mg*
11 Uhr 0·3 *g* chin. sulf.			
$^3/_4$1 Uhr 5400 = —7·5%	11—1 Mittag	920	37·7
	1—3 Nachm.	280	32·2
	3—5 „	60	36·2

2. Versuchsmann K.

Leucocytengehalt			
11 Uhr 5750			
11 Uhr 1 *g* chin. sulf.			
$^1/_2$2 Uhr 4500 = —22%			

3. Versuchsmann V.

Leucocytenzahl	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 6020	9—11	155 *cm*³	45·9 *mg*
11 Uhr 1 *g* chin. sulf.			
	11—1	100	39·2
3 Uhr 4850 = —19·4%	1—3	50	37·0
5 „ 4650 = —22·7	3—5	100	34·9

Die Versuche mit Chinin ergeben daher in Übereinstimmung mit den früheren Angaben auch für den hungernden Menschen eine Herabsetzung der Harnsäureausscheidung und der Leucocytenzahl im Blute.

II. Atropin.

1. Versuchsmann Fk.

Leucocytengehalt	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 5400	9—11 Vorm.	155 *cm*³	41·5 *mg*
11 Uhr 1 *mg* atrop. sulf.			
	11—1 Mittag	640	28·8
¾4 Uhr Nachm.	1—3 Nachm.	185	24·1
4500 = —16·6	3—5 „	69	33·0

2. Versuchsmann St.

Leucocytengehalt	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 5000	9—11 Vorm.	146 *cm*³	82·1 *mg*
11 Uhr 1 *mg* atrop. sulf.			
3½ Uhr 4200 = —16%	11—5 Vorm.	260	176·8
	= für je 2 Stunden		58·9

3. Versuchsmann Sa.

Leucocytengehalt	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 7950	9—11	100 *cm*³	59·0 *mg*
11 Uhr 1 *mg* atrop. sulf.			
3½ Uhr 6800 = —14·5%	11—5 Nachm.	575	41·5
	= für je 2 Stunden		47·1

Alle drei mit Atropin ausgeführten Versuche ergeben daher ähnlich wie die mit Chinin ausgeführten Versuche eine Herabsetzung der Leucocytenzahl im Blute und eine Verminderung der Harnsäureausscheidung.

III. Pilocarpin.

1. Versuchsmann K. Fa.

Leucocytengehalt

11 Uhr 7000, 11 Uhr 10 *mg* pilocarp. mur. per os.
12 „ 8750 = +25%

2. Versuchsmann J. Fa.

Leucocytengehalt

11 Uhr 10·600, 11 Uhr 15 *mg* pilocarp. mur. per os.
12 „ 14·250 = +34·5%

3. Versuchsmann Fk.

Leucocytengehalt	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 4800	9—11 Vorm.	60 cm^3	33·0 *mg*
11 Uhr 10 *mg* pilocarp. mur. per os.			
1 Uhr 7050 = +46·8%	½1—½3 Nachm.	125	56·0

4. Versuchsmann Tk.

Leucocytengehalt	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 4700	9—11 Vorm.	95 cm^3	42·5 *mg*
11 Uhr 10 *mg* pilocarp. mus. per os.			
	11—1 Mittag	310	47·5
3 Uhr 6550 = +39·3%	1—3 Nachm.	90	53·6
	3—5 „	130	42·0

Alle vier Pilocarpinversuche ergeben daher eine entschiedene Vermehrung des Leucocytengehaltes des Blutes und die zwei letzten, in denen auch der Harn geprüft wurde, eine Vermehrung der ausgeschiedenen Harnsäuremenge.

IV. Antipyrin.

1. Versuchsmann V.

Leucocytengehalt	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 4350	9—11	95 *cm*³	59·4 *mg*
11 Uhr 2 *g* Antipyrin			
1 Uhr 6350	11—1	385	31·2
3 „ 6000	1—3	120	45·9
	3—5	100	38·9

2. Versuchsmann Fs.

Leucocytengehalt	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 7000	9—11	375 *cm*³	71·2 *mg*
11 Uhr 2 *g* Antipyrin.			
2 Uhr 7750	11—1	257	54·2
4 „ 8100	1—3	55	47·9
	3—5	58	44·3

3. Versuchsmann Vk.

Leucocytengehalt	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 7300	9—11	165 *cm*³	34·3 *mg*
11 Uhr 2 *g* Antipyrin			
	11—1	410	33·6
3 Uhr 8600	1—3	110	23·3
5 „ 8850	4—5	445	27·6

4. Versuchsmann Sa.

Leucocytengehalt	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 7700	9—11	75 *cm*³	46·9 *mg*
11 Uhr 2 *g* Antipyrin			
3 Uhr 9950	11—1	225	29·3
	1—5	225	61·2
	= pro je 2 Stunden		30·6

V. Antifebrin.

1. Versuchsmann C.

Leucocytengehalt			
11 Uhr 5500			
11 Uhr 0·5 *g* Antifebrin			
4 Uhr 7150			

2. Versuchsmann O.

Leucocytengehalt	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 4800	9—11	165 *cm*³	55·2 *mg*
11 Uhr 0·5 *g* Antifebrin			
	11—1	30	47·7
2 Uhr 6700	1—3	35	42·1
4 „ 6950	3—5	40	31·8

5. Versuchsmann C.

Leucocytengehalt	Stunde	Harn	Harnsäure
11 Uhr 6200	9—11	115 *cm*³	45·7 *mg*
11 Uhr 0·5 *g* Antifebrin			
2 Uhr 7260	11—1	280	34·5
	1—5	180	70·2
	= pro je 2 Stunden		35·1

Die Versuche mit Antipyrin und Antifebrin ergeben daher insgesammt eine Vermehrung des Leucocytengehaltes des Blutes und eine Verminderung der ausgeschiedenen Harnsäuremenge.

Wenn man zunächst untersucht, wodurch eine Vermehrung der Leucocyten im Blute herbeigeführt sein kann, so sind zwei Möglichkeiten gegeben. Die Leucocyten können im Blute in grösserer Menge aus diesem Grunde auftreten, weil dieselben entweder in grösserer Menge producirt werden und daher in grösserer Menge in den Kreislauf gelangen, oder es kann zwar eine normale Production derselben stattfinden, aber der Zerfall derselben aufgehalten oder doch eingeschränkt sein, so dass dieselben durch längere Zeit als normal im Blute persistiren und sich somit dort anhäufen müssen.

Dagegen kann eine Verminderung der Leucocytenzahl im Blute entweder von einer geringeren Production oder von einem rascheren Zerfalle der Leucocyten abhängen.

Die Vermehrung der Leucocyten nach Eiweissaufnahme beruht auf einer vermehrten Production derselben in den lymphatischen Geweben, wie aus den Untersuchungen von Hofmeister[1] hervorgeht. Für die Annahme eines behinderten Zerfalles der Leucocyten in diesem Falle sind keine Gründe vorhanden.

Dass nach Eingabe von Chinin eine Verminderung der Leucocytenzahl im Blute eintritt, wurde, wie schon oben erwähnt, von Binz constatirt und durch obige Versuche bestätigt.

Die obigen Versuche mit Atropin ergeben, dass dieses letztere eine ähnliche Wirkung, wie das Chinin entfaltet, indem schon nach Eingabe von 1 *mg* Atrop. sulf. eine entschiedene Verminderung der Leucocytenzahl sich einstellt.

Dagegen ergaben die Versuche mit Pilocarpin, sowie Antipyrin und Antifebrin eine entschiedene Vermehrung der Leucocytenzahl im Blute.

Zur Orientirung, wie diese, bis nunzu nicht bekannt gewesenen Veränderungen der Leucocytenzahl im Blute durch die erwähnten Gifte zu Stande kommen, wurden Versuche an Kaninchen angestellt. Der Umstand, dass diese Wirkung der erwähnten Gifte sehr rasch nach Einverleibung derselben in den Körper auftritt — bei Pilocarpin und Atropin anscheinend gleichzeitig mit dem Auftreten der ersten Symptome der Giftwirkung (im ersten Falle vermehrte Speichelsecretion — im zweiten Gefühl des Trockenseins im Schlunde) — also nach wenigen Minuten — scheint entschieden dafür zu sprechen, dass es sich um eine Alteration der lymphatischen Organe, die die Leucocyten produciren, handelt. Es war daher angezeigt, diese Organe, vor Allem die Milz, einer Untersuchung zu unterziehen. Zu diesem Behufe wurden Kaninchen die betreffenden Gifte subcutan injicirt, nach etwa 5 Stunden — wenn die Thiere nicht einstweilen an der Giftwirkung zu Grunde gingen — getödtet und die Milz der-

---

1 Über Resorption und Assimilation der Nährstoffe, 3. Mitth. Arch. f. exp. Path. u. Pharmacol., Bd. 22, S. 306.

selben herausgenommen, gewogen und mit der Milz des gleichzeitig getödteten Controlthieres verglichen. Das Controlthier war immer von gleichem Schlag, gleichem Alter, möglichst gleichem Ernährungszustande und Gewichte wie das Versuchsthier.

Versuche mit Pilocarpin, bei denen 15—30 *mg* salzsaurer Verbindung pro 1 *kg* Thier injicirt wurden, ergaben constant, dass die Milz des vergifteten Thieres grösser war, als die des Controlthieres. Trotzdem das Pilocarpin auf die Muskulatur reizend einwirkt (bei allen vergifteten Thieren war der Darm gänzlich contrahirt und es war starker Durchfall), war die Pilocarpinmilz nicht kleiner, sondern grösser als die normale.

Beim Chinin wurde dagegen in Übereinstimmung mit einigen älteren Versuchen (Binz, Mosler, Küchenmeister) eine Verkleinerung der Milz constatirt. (Injicirt wurden 50—125 *mg* chin. hydrochl. pro 1 *kg* Thier.) Der Vergleich beider Versuchsresultate ist interessant. Beim Chinin, welches keine ausgesprochene Wirkung auf die Muskeln ausübt, tritt eine Verkleinerung, beim Pilocarpin, welches ganz entschieden eine Wirkung auf die Muskeln ausübt, doch eine Vergrösserung der Milz auf. Dieser Umstand weist darauf hin, dass es sich in beiden Fällen nicht um eine Wirkung auf die glatten Muskelfasern der Milz handelt, was für das Chinin von einigen Forschern angenommen, jedoch von Binz mit Recht geleugnet wurde.

Die Atropinmilz (50 *mg* Atrop. sulf. pro 1 *kg* Thier) zeigte in der Grösse keine Abweichung von der Milz des Controlthieres.

Ebenso verhielt sich auch die Antipyrinmilz (0·7—1 *g* Antipyrin pro 1 *kg* Thier).

Über meine Bitte wurden diese Milzen im Laboratorium des Herrn Collegen Prof. Spina einer histologischen Untersuchung unterzogen. Dieselbe ist noch nicht beendet und werden die Resultate derselben seinerzeit an geeigneter Stelle veröffentlicht werden. So weit sich die Sache aus den bis jetzt erhaltenen Resultaten beurtheilen lässt, kann geschlossen werden, dass Chinin, Atropin und Pilocarpin die Milz anatomisch verändern, während bei der Antipyrinmilz vorläufig keine auffallenden Veränderungen gefunden wurden.

Während aber die Pilocarpinmilz karyokynetische Veränderungen aufweist, sind an der Atropin-, und an

der Chininmilz Veränderungen ganz anderer Art beobachtet worden, die als atrophische bezeichnet werden können. Es ist daher dieses vorläufig erhaltene Resultat im besten Einklange mit der Erwartung a priori, dass durch Pilocarpin eine Proliferation lymphatischer Elemente, durch Chinin und Atropin dagegen eine Hemmung der Production dieser Elemente bewirkt wird. Es ist kaum zu bezweifeln, dass auch die übrigen lymphatischen Gewebe sich ebenso wie die Milz verhalten.

Das Verhalten des Antifebrins wurde vorläufig noch nicht geprüft, jedoch dürfte sich dasselbe in der Wirkungsweise dem Antipyrin anschliessen.

Wenn man nun zunächst die Wirkung des Chinins in Betracht zieht, so veranlasst dasselbe zunächst Verminderung der Leucocytenzahl im Blute — offenbar in Folge verminderter Production. Die Möglichkeit eines rascheren Zerfalls der Leucocyten und in Folge dessen auch die Abnahme der Leucocytenzahl im Blute ist nicht anzunehmen. Im Gegentheil: es ist die Annahme nicht ungerechtfertigt, dass in Folge der Chininwirkung der Zerfall der Leucocyten, wie andere chemische Processe, behindert wird vielleicht aber nur aus diesem Grunde, dass die Leucocyten nicht so leicht wie in der Norm aus den Gefässen in die Gewebe übertreten (Binz). Es würden daher unter dem Einflusse des Chinins nicht nur weniger Leucocyten producirt werden, sondern würden auch diese in geringerer Menge als in der Norm zerfallen. Dass unter solchen Umständen das Chinin die ausgeschiedene Harnsäuremenge herabsetzen muss, ist klar. Directe Versuche stehen damit in vollkommenem Einklang.

Die mit Atropin an gesunden hungernden Menschen ausgeführten drei Versuche, bei denen nur 1 *mg* schwefelsaures Atropin eingegeben wurde, führten zu einem ähnlichen Resultate wie die Versuche mit Chinin. Nach Atropineingabe tritt eine Verminderung der Leucocytenzahl im Blute, sowie eine Verminderung der ausgeschiedenen Harnsäuremenge auf. Wie oben erwähnt, verändert das Atropin die Milz in ähnlicher Weise wie das Chinin und ist daraus die Verminderung der Leucocytenzahl im Blute, sowie die consecutive Verminderung der Harnsäureausscheidung erklärlich.

Das entgegengesetzte Verhalten wie diese Gifte zeigte das Pilocarpin. In Übereinstimmung mit Mareš (l. c.) wurde eine Vermehrung der ausgeschiedenen Harnsäuremenge, sowie die dieselbe bedingende Vermehrung der Leucocyten im Blute in allen vier Versuchen constatirt.

Dagegen ergaben Versuche mit Antipyrin und Antifebrin ein abweichendes Resultat. In allen Fällen wurde nach 2 *g* Antipyrin, respective 0·5 *g* Antifebrin beim gesunden hungernden Menschen in Übereinstimmung mit Chittenden (l. c.) und Jakubowitsch (l. c.) eine Verminderung der Harnsäureausscheidung erzielt. Dagegen erschien nach Einwirkung beider Stoffe nicht eine Verminderung, die erwartet werden könnte, sondern eine Vermehrung der Leucocyten im Blute. Dieser auf den ersten Blick überraschende Befund findet aber eine ziemlich einfache Erklärung im Folgenden: Die Wirkung des Antipyrins und Antifebrins und diejenige des Chinins können zweifellos nicht als identisch angesehen werden. Es geht das schon aus der Untersuchung von Kumagawa (l. c.) hervor, der nach grossen Dosen von Antipyrin eine bedeutend vermehrte Harnsäureausscheidung, nach grossen Dosen von Antifebrin eine vermehrte N-Ausscheidung fand, so dass beide Verbindungen nach grossen Dosen eine entgegengesetzte Wirkung, wie nach kleinen entfalten, was beim Chinin nicht der Fall ist. Der der Chininwirkung eigenthümliche Einfluss auf die Leucocytenproduction, die herabgesetzt wird, geht dem Antipyrin und Antifebrin offenbar ab — die Antipyrinmilz zeigte auch keine atroptischen Veränderungen wie die Chininmilz — so dass die Leucocyten unter der Einwirkung beider Gifte in normaler, nach grossen Dosen möglich auch übernormaler Menge producirt werden. Dagegen ist zu erwarten, dass beide diese Verbindungen vermöge ihrer die Zersetzungen hemmenden Eigenschaften, wobei nur kleinere Dosen in Betracht kommen — eine ähnliche Wirkung wie das Chinin entfalten werden. In dieser Beziehung sei an die Untersuchung von Lepine und Porteret[1] erinnert, aus welcher hervorgeht, dass insbesondere das Antipyrin den Gehalt der Leber an Glycogen beeinflusst, indem der Über-

[1] Über den Einfluss, welchen die Antipyretica und besonders das Antipyrin auf den Gehalt der Leber an Glycogen ausüben. J. Th. 18, S. 212.

gang desselben in Zucker verhindert wird. Es ist daher wahrscheinlich, dass unter dem Einflusse dieser Verbindungen auch der Zerfall der Leucocyten, ähnlich wie durch Chinin, behindert wird, und unter solchen Umständen würde sich der höhere Leucocytengehalt des Blutes erklären. Dass dabei aber keine Vermehrung, sondern eine Verminderung der gebildeten Harnsäure auftreten muss, ist einleuchtend.

Aus allen diesen Versuchen mit den genannten Giften ergibt sich daher, so weit sich die Verhältnisse leichter übersehen lassen — wie beim Chinin, Atropin und Pilocarpin — die beste Übereinstimmung mit der Ansicht, dass die Harnsäure aus den Zerfallsproducten der Leucocyten entsteht. Die beim Antipyrin und Antifebrin vorläufig weniger klaren Verhältnisse lassen sich auch mit dieser Ansicht in guten Einklang bringen.

V. Harnsäurebildung in pathologischen Zuständen des Säugethierorganismus.

Nach den im Vorstehenden mitgetheilten Versuchen und Auseinandersetzungen ist eine Vermehrung der Harnsäureausscheidung in denjenigen pathologischen Zuständen zu erwarten, welche mit einem verstärkten Zerfalle der Organgewebe einhergehen. Es ist klar, dass eine vermehrte Harnsäureausscheidung nicht in einem jeden solchen Falle auftreten muss, weil das frei gewordene Nucleïn oder dessen Zersetzungsproducte nicht nur in Harnsäure, sondern auch in Xanthinbasen, möglicherweise auch in ganz andere Producte zerfallen und weil die schon gebildete Harnsäure noch weiter oxydirt werden und somit nicht zur Ausscheidung gelangen kann.

Es ist ferner klar, dass die verschiedenen Organe auch bei derselben Affection nicht dasselbe Verhalten zeigen können, vielmehr ist zu erwarten, dass beim Zerfalle nucleïnarmer Gewebe z. B. Muskeln) keine auffallende, dagegen beim Zerfalle nucleïnreicher Gewebe eine starke Vermehrung der Harnsäure — wenn die sonstigen Bedingungen gleich bleiben — auftreten wird.

Von den pathologischen Zuständen möge hier zunächst die Leukämie erwähnt werden, die sich an die oben besprochenen normalen Zustände eng anschliesst. Durch zahlreiche Beobachtungen ist sichergestellt, dass diese Erkrankung constant mit

einer Vermehrung der Harnsäureausscheidung einhergeht. In neuester Zeit sind zwei sorgfältige Untersuchungen über diesen Gegenstand erschienen, namentlich von Stadthagen[1] und von Bohland und Schurz,[2] die nach tadellosen Methoden ausgeführt wurden. Die diesbezügliche Literatur ist hier sorgfältig gesammelt und die älteren Angaben werden im Wesentlichen bestätigt und vervollständigt, so dass kein Zweifel darüber bestehen kann, dass bei der Leukämie eine Vermehrung der Harnsäureausscheidung besteht.

Der Grund der vermehrten Harnsäureausscheidung bei dieser Krankheit liegt klar zu Tage. Es werden bei derselben lymphoide Elemente massenhaft producirt und die beim Zerfalle derselben entstehenden Zersetzungsproducte bilden die Quelle der in grosser Menge zur Ausscheidung gelangenden Harnsäure.

Die der Leukämie sonst sehr ähnliche Erkrankung, die sogenannte Pseudoleukämie, weist keine Vermehrung der Harnsäureausscheidung auf, da bei derselben keine Vermehrung der lymphoiden Elemente besteht.

Weiter sei hier der Phosphorintoxication gedacht. Wie bekannt, gehen bei dieser Intoxication Organgewebe massenhaft zu Grunde. Es muss daher bei derselben eine Vermehrung der Harnsäureausscheidung auftreten, vorausgesetzt, dass die Giftwirkung nicht zu acut auftritt und es zu einem Zerfalle der Gewebe und zur Ausscheidung der Zerfallsproducte wirklich kommen kann.

Trotz der eifrigsten Bemühungen ist es nicht möglich gewesen, einen Fall von Phosphorvergiftung beim Menschen zur Untersuchung zu erlangen und finden sich auch in der Literatur diesbezüglich gar keine Angaben mit Ausnahme der Untersuchung von Fraenkel und Röhmann,[3] die bei hungernden Hühnern nach Phosphorvergiftung eine bedeutende Vermehrung der Harnsäureausscheidung fanden. Wenn auch die Verhältnisse — namentlich in Betreff der Harnsäurebildung — bei Vögeln und Säuge-

---

[1] Virch. Arch., **109**, S. 390.

[2] Pflüger's Arch., **47**, S. 469.

[3] Phosphorvergiftung bei Hühnern. Zeitschrift f. physiol. Chemie, **4**, S. 439.

thieren nicht gleich sind, so kann doch der erwähnte Befund als Stütze der vorgebrachten Ansicht dienen, weil bei der Phosphorvergiftung beim Vogel ebenso wie beim Säugethiere ein Gewebszerfall stattfindet, so dass es sich in beiden Fällen um denselben Process handelt.

Über das Verhalten der Harnsäureausscheidung in acuten fieberhaften Krankheiten liegen zahlreiche Untersuchungen, namentlich aus älterer Zeit, die allerdings nach der unzuverlässigen, älteren Methode der Harnsäurebestimmung ausgeführt wurden, vor. Aus denselben geht hervor, dass in allen fieberhaften Zuständen eine Vermehrung der Harnsäureausscheidung vorhanden ist. Die neuesten diesbezüglichen Untersuchungen von Cario[1] und von Baftalowskij,[2] die mit neueren, correcten Methoden ausgeführt wurden, stehen mit den älteren Angaben im Wesentlichen in Übereinstimmung. Alle diese Befunde stimmen mit der hier eingangs geäusserten Ansicht überein, da beim Fieber die Gewebe zerfallen und das zur Harnsäurebildung nothwendige Materiale liefern.

Speciell bei der Pneumonie wurde zuweilen eine sehr bedeutende Vermehrung der Harnsäureausscheidung constatirt. Diese Funde sind sehr begreiflich, wenn erwogen wird, dass bei dieser Erkrankung ein sehr zellenreiches Exsudat, das demnach sehr viel Nucleïn hält, gesetzt wird und dass bei dieser Erkrankung eine sehr bedeutende „entzündliche Leucocytose" auftritt.

Hier ist ferner die Thatsache zu erwähnen, dass auch bei der Inanition (Cario l. c.) eine vermehrte Harnsäureausscheidung auftritt, da auch beim Hunger, ähnlich wie im Fieber, das Körpergewebe zerfällt.

Dass auch bei Cachexien, die im Gefolge oder als Begleiterscheinungen schwerer Leiden auftreten, eine vermehrte Harnsäurebildung zu erwarten ist, ist klar, da auch diese Processe sich den fieberhaften Processen im gewissen Sinne anschliessen, indem auch bei denselben das Körpergewebe — obzwar sehr langsam — aber doch abschmilzt.

---

[1] Über den Einfluss des Fiebers und der Inanition auf die Ausscheidung der Harnsäure und der übrigen wesentlichen Harnbestandtheile. Preisschrift. Göttingen, 1888.

[2] Die Methoden der Harnsäurebestimmung. J. Th. 18, S. 128.

Freilich ist zu bedenken, dass in Fällen, wo die Cachexie schon grosse Fortschritte machte und die Ernährung gänzlich darniederliegt, eine merkliche Vermehrung der Harnsäurebildung kaum zu erwarten ist, da der Act der normalen Harnsäurebildung nach Nahrungsaufnahme, sowie überhaupt in hohem Grade geschwächt ist. Dieser Umstand ist übrigens auch in allen übrigen ähnlichen Fällen, wie selbstverständlich, sehr wohl zu berücksichtigen, weil derselbe die eventuell fehlende Vermehrung der Harnsäureausscheidung in Fällen, wo dieselbe zu erwarten wäre, erklären kann. In Bezug auf die Harnsäureausscheidung bei Cachexie sei der folgende Fall erwähnt. Auf der medicinischen Klinik des Herrn Prof. Maixner befand sich ein Patient mit Carcinoma hepatis im Anfangsstadium. Derselbe kam auf die Klinik als robuster kräftiger Mann, der aber nach Wochen deutliche Erscheinungen der Cachexie mit Körpergewichtsabnahme zeigte. Der Harn desselben enthielt constant ein starkes Uratsediment, und die wiederholt ausgeführte Harnuntersuchung ergab eine entschiedene Vermehrung der Harnsäureausscheidung. Die in 24 Stunden ausgeschiedene Harnsäuremenge schwankte zu verschiedenen Zeiten zwischen 0·9 bis 1·5 *g*, während die Gesammt-N-Ausscheidung 12 bis 17 *g* pro 24 Stunden betrug. Ob übrigens in diesem Falle auch nicht der locale Process in der Leber wenigstens zum Theile an dieser vermehrten Harnsäurebildung Schuld trug, ist fraglich.

Dass übrigens auch locale Processe, bei denen das Organgewebe, insbesondere nucleïnreicher Organe zerfällt, eine vermehrte Harnsäurebildung, respective Ausscheidung zur Folge haben können, ist nicht zu bezweifeln. So fand z. B. Baftalowskij (l. c.) im Anfangsstadium der Lebercirrhose eine vermehrte Harnsäureausscheidung (1·1 bis 1·2 *g* pro Tag), während im Stadium der Atrophie eine Verminderung (0·5 *g* pro Tag) gefunden wurde. Die Verminderung im Stadium der Atrophie ist vollkommen erklärlich, da der locale Zerfall des Gewebes nicht mehr stattfindet und die Ernährung gänzlich darniederliegt. Zu ähnlichen Resultaten gelangte auch Fawicki[1]

[1] Über den qualitativen und quantitativen Stickstoffumsatz bei Lebercirrhose. J. Th. 18, S. 289.

der sechs Fälle von Lebercirrhose untersuchte, bei denen aber ziemlich bedeutende Schwankungen in der Harnsäureausscheidung auftraten (Minimum 0·5, Maximum etwas über 2 *g* pro 24 Stunden). In dieser Beziehung vergl. auch meine eingangs erwähnte Mittheilung.

An diese Befunde kann ferner die Thatsache angereiht werden, dass nach ausgedehnten Verbrennungen oder Verbrühungen der Haut vermehrte Harnsäureausscheidung als Folge des Zerfalls des Hautgewebes auftritt. Ein solcher Fall, den ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Weiss verdanke, wurde beobachtet. Auf der chirurgischen Klinik des Herrn Prof. Weiss befand sich ein 15jähriger Knabe mit Verbrühung zweiten und dritten Grades von etwa ein Drittel der Körperoberfläche (hauptsächlich am Rücken und den Extremitäten). Die wiederholt ausgeführte Harnuntersuchung ergab eine entschiedene Vermehrung der Harnsäureausscheidung. Während am dritten Tage nach der Verbrühung nur 0·725 *g* Harnsäure ausgeschieden wurden, gelangten schon am vierten Tage 0·97 *g*, am fünften Tage 1·22 *g* und am siebenten Tage 1·87 *g* Harnsäure zur Ausscheidung. Die Gesammt-N-Ausscheidung war nicht bedeutend erhöht und betrug z. B. am siebenten Tage 15·57 *g*. Der Patient fieberte mässig: die Temperatur schwankte um 38° C. herum. Die vermehrte Harnsäureausscheidung kann nicht als Folge dieses nicht bedeutenden Fiebers allein angesehen werden.

Hier ist noch ferner die Beobachtung von Neusser[1] zu registriren, dass bei perniciösen Anämien entweder eine normale oder vermehrte Harnsäureausscheidung vorkommt. Das Verhalten der Harnsäureausscheidung bei diesen Erkrankungen findet seine Erklärung in der Thatsache, dass insbesondere bei secundärer perniciöser Anämie die Leucocytenzahl im Blute vermehrt ist. Wenn diese Vermehrung so hochgradig ist, dass aus den Zerfallsproducten der Leucocyten soviel Harnsäure entsteht, dass dadurch auch der Ausfall der normalen Harnsäurebildung, die in Folge darniederliegender Ernährung jedenfalls geschwächt ist, gerade gedeckt oder übercompensirt wird, so kann eine normale oder übernormale Harnsäureausscheidung auftreten. Es schliesst sich demnach diese Erkrankung an die Leukämie an.

[1] Wien. med. Presse, 1890, S. 345.

Die hier besprochenen pathologischen Zustände, bei denen eine Vermehrung der Harnsäureausscheidung auftritt, sind demnach dadurch ausgezeichnet, dass bei denselben entweder die lymphoiden Elemente, vor Allem Leucocyten, in grösserer Menge als in der Norm producirt werden und in grösserer Menge zerfallen, oder dass Organgewebe im Gesammtorganismus oder in einzelnen Organen einem Zerfalle anheimfallen. In beiden Fällen bilden sich die Harnsäurevorstufen in grösserer Menge als in der Norm.

Soweit sich demnach wenigstens die zuverlässigen Literaturangaben über das Auftreten der Harnsäurevermehrung übersehen lassen, stehen dieselben in bester Übereinstimmung mit der Ansicht, dass die Harnsäure als Zerfallsproduct nucleïnhältiger Körperbestandtheile zu betrachten ist.

Die vermehrte Harnsäureausscheidung muss demgemäss klinisch als ein schwerwiegendes Symptom angesehen werden, dessen Beurtheilung allerdings von der Art des ihn bedingenden Processes abhängt.

Im Anschlusse sei noch bemerkt, dass die Beobachtung von Sawolshskaja,[1] dass der Stuhlgang von bedeutendem Einfluss auf die Harnsäureausscheidung ist, in dieser Weise gedeutet werden kann, dass es sich dabei um mechanische oder auch chemische Reize auf die Darmwand, beziehungsweise auf die lymphatischen Gewebstheile derselben und consecutive Veränderung in der Production der lymphatischen Elemente handelt. Untersuchung des Blutes in geeigneten Fällen könnte diesbezüglich Aufschluss verschaffen.

Ferner muss noch erwähnt werden, dass Marrot, sowie Frey und Heiligenthal[2] nach heissen Luft- und Dampfbädern eine sehr bedeutende und länger als einen Tag andauernde Vermehrung der Harnsäureausscheidung fanden.

In dieser Beziehung kann berichtet werden, dass ein junger gesunder Mann, der bei wiederholter Blutuntersuchung im Hungerzustande (nach 18stündigem Hungern) die Leucocytenzahl im Blute zu 4800—5000 aufwies, nach einem heissen Luft-, Dampf-

---

[1] Cbl. f. klin. Med., 1883, S. 152.

[2] Ref. Ctrbl. f. med. Wiss., 1882, S. 331.

und Wasserbade, sowie nachherigem kalten Bade, die auch in nüchternem Zustande (nach 16 Stunden Hungern) genommen wurden, $2^1/_2$ Stunden nach diesem Bade, ohne eine Nahrung aufgenommen zu haben, die Leucocytenzahl 8870 und nach 24 Stunden auch im nüchternen Zustande 7200 hatte. Est ist daher bei demselben eine sehr bedeutende Leucocytose als Wirkung des Bades aufgetreten.[1] Es ist vielleicht nicht ungerechtfertigt, diesen Befund zur Erklärung der oben erwähnten Funde von Marrot und Frey und Heiligenthal in Anspruch zu nehmen.

Vor Kurzem berichtete dagegen Makowiecki,[2] dass nach heissen Bädern von ihm keine Harnsäurevermehrung beobachtet wurde. Vorläufig ist es fraglich, ob es sich hier um individuelle Differenzen oder um andere Verhältnisse handelt.

Was die Verminderung der Harnsäureausscheidung in pathologischen Zuständen anbelangt, so kann dieselbe durch mehrere Momente bedingt sein. Es kann sich entweder um eine verminderte Production der Harnsäure handeln, die dadurch bedingt sein kann, dass nucleïnhältige Körperbestandtheile, vor Allem die Leucocyten in geringerer Menge zerfallen, weil dieselben in geringerer Menge gebildet werden. Oder es können die Gewebselemente in normaler oder sogar in grösserer als normaler Menge zum Zerfalle gelangen, jedoch kann dieser Zerfall in einem anderen Sinne als normal verlaufen. Es können statt Harnsäure Xanthinbasen auftreten oder es können auch, was wenigstens in gewissen Fällen denkbar ist, aus dem Nucleïn ganz andere Verbindungen abgespalten werden, aus denen weder Harnsäure, noch Xanthinbasen sich bilden können. Ferner ist die Möglichkeit der Oxydation der schon gebildeten Harnsäure zu berücksichtigen, woraus wieder eine Verminderung der ausgeschiedenen Harnsäure resultiren muss. Schliesslich kommen noch Ausscheidungsanomalien in Betracht, bei denen die Harnsäure im Körper zurückgehalten und abgelagert wird, aus welchem Grunde dann trotz normaler oder sogar übernormaler Bildung eine subnormale Harnsäuremenge zur Ausscheidung gelangt.

---

[1] In einem zweiten derartigen Falle wurden auch ganz ähnliche Verhältnisse constatirt.

[2] J. Th. 18, S. 289.

Über verminderte Harnsäureausscheidung in Krankheiten existiren zwar Angaben, die jedoch meistens auf Grund von Untersuchungen nach der Heinz'schen Harnsäurebestimmungsmethode gemacht wurden, und gerade diese Resultate müssen mit besonderer Vorsicht aufgenommen werden, da der Fehler der erwähnten Methode immer darin beruhen dürfte, dass zu wenig Harnsäure gefunden wurde. Es erscheint daher vorläufig zwecklos, diese Angaben einer näheren Betrachtung zu unterziehen.

Hier sei noch Einiges über die Harnsäureausscheidung bei verschiedenen Formen von Diabetes mellitus bemerkt. Während in gewissen Fällen normale Harnsäureausscheidung beobachtet wurde, fand man dieselbe in anderen Fällen vermindert. In anderen Fällen scheint wieder die Harnsäure- und Zuckerausscheidung in einem gewissen wechselseitigen Verhältnisse zu stehen. Mitunter treten gichtische und diabetische Symptome auf. Bouchardat[1] beobachtete dagegen eine Form von Diabetes mellitus (Glyco-polyurique) mit geringem, zuweilen verschwindendem Zuckergehalte, aber abnorm grossen Harnsäuremengen im Harn.

Es ist vorläufig nicht möglich, sich ein sicheres Urtheil über die Harnsäureausscheidung bei dieser Krankheit — oder richtiger gesagt, bei Krankheiten, die mit Zuckerausscheidung einhergehen — zu bilden — a priori ist zu erwarten, dass bei derselben entweder normale oder übernormale Harnsäuremengen gebildet werden müssen, und zwar dieses letztere dann, wenn im Organismus das Körpergewebe zerfällt oder wenn abnorm grosse Eiweissmengen mit der Nahrung eingeführt werden (extreme Diabeteskost). Allerdings ist insbesondere bei Diabetes mellitus die Möglichkeit des Gewebezerfalles in einem anderen Sinne als in der Norm von vorneher nicht mit Bestimmtheit auszuschliessen, und ist daher auch die Eventualität, dass bei Diabetes mellitus sogar verminderte Harnsäureausscheidung Platz greifen kann, als möglich zuzulassen. Diese Fragen müssen zunächst eingehend untersucht werden.

Die bei der Gicht in Betreff der Harnsäureausscheidung gemachten Beobachtungen differiren auch bedeutend, jedoch

[1] Cbl. f. klin Med., 1883, S. 518.

scheint es, als ob bei dieser Krankheit doch keine vermehrte Harnsäureproduction bestehen würde. Allem Anscheine nach sind aber bei derselben die Hauptmomente: Anomalien der Ausscheidung mit Zurückhaltung der gebildeten Harnsäure im Körper und wahrscheinlich auch locale Processe, die mit Harnsäurebildung einhergehen. Auf diese Frage wird in einer späteren Mittheilung zurückzukommen sein.

VI. Zur Kenntniss der Leucocytosen.

Im Vorstehenden war vielfach vom Leucocytengehalte des Blutes, sowie von Agentien, die eine Vermehrung oder Verminderung der Leucocytenzahl im Blute hervorzurufen vermögen, die Rede. So wird durch Atropin, insbesondere aber durch Chinin eine Herabsetzung — durch Pilocarpin, sowie Antipyrin und Antifebrin dagegen eine entschiedene Vergrösserung des Leucocytengehaltes des Blutes hervorgerufen. Ebenso wie die genannten Gifte werden sich offenbar noch viele andere verhalten, und es wird jedenfalls von grossem Interesse sein, diesen Gegenstand weiter zu verfolgen, weil aus diesem Verhalten einzelner Stoffe weitere Indicien für die Anwendbarkeit einer gewissen Verbindung für bestimmte Krankheitsfälle, sowie neue Gesichtspunkte zur Beurtheilung der Leucocytosen sich ergeben werden. Dass das Eiweiss nach innerlicher Einnahme bei normalen Menschen in der Regel eine bedeutende Vermehrung der Leucocyten — eine sogenannte Verdauungsleucocytose hervorruft, ist bekannt und durch obige Versuche bestätigt.

Es ist nun sehr interessant, dass auch das Nucleïn (aus Milzpulpa — und wahrscheinlich auch andere Nucleïne) eine sehr intensive, eine relativ bei Weitem intensivere Leucocytose wie das Eiweiss hervorruft, wie aus folgenden Versuchen hervorgeht:

a) Versuchsmann B. Nach 18stündigem Hungern Leucocytengehalt des Blutes = 6800. $2^1/_2$ Stunden nach Einnahme von 5 *g* Nucleïn suspendirt in Wasser stieg die Leucocytenzahl auf 12450 = +83%.

b) Versuchsmann J. Nach 18stündigem Hungern Leucocytenzahl im Blute = 4800. 3 Stunden nach Einnahme von

5·5 *g* Nucleïn betrug die Leucocytenzahl im Blute 7350 = + +53·1%.

c) Versuchsmann F. Nach 18stündigem Hungern Leucocytengehalt des Blutes 4800. 3 Stunden nach Einnahme von 5·5 *g* Nucleïn stieg derselbe auf 7700 = +60·5%.

Es wird daher durch eine relativ kleine Nucleïnmenge eine sehr bedeutende Leucocytose, wie etwa durch Aufnahme einer grossen Fleischmenge hervorgerufen. Was den Ursprung dieser Leucocytose anbelangt, so ist es nach den vorläufigen Beobachtungen wahrscheinlich, dass dieselbe ähnlich wie die Verdauungsleucocytose und Pilocarpinleucocytose durch Proliferation lymphoider Elemente in den lymphoiden Geweben des Darmes, Mesenterial- und Lymphdrüsen, sowie in der Milz und im Knochenmarke etc. zu Stande kommt. Kaninchen, denen durch längere Zeit (8—20 Tage) Nucleïn in kleinen Gaben (0·25—0·5 *g*) subcutan injicirt oder mit der Sonde in den Magen eingeführt wurde, hatten im Vergleiche mit den Controlthieren eine sehr bedeutend vergrösserte Milz, welche auffallende karyokynetische Veränderungen zeigte.[1]

Aus dem oben erwähnten Verhalten der genannten Gifte und des Nucleïns resultiren auch Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Entstehung pathologischer Leucocytosen, auf die in Kürze aufmerksam gemacht werden soll.

Wenn man nämlich bedenkt, dass das in den Organismus eingeführte Nucleïn eine Leucocytose hervorruft, so muss erwartet werden, dass auch jeder Zerfall nucleïnhältiger Elemente im Organismus eine Leucocytose veranlassen wird, falls das frei gewordene Nucleïn nicht sofort in loco zerstört wird, sondern in den Kreislauf gelangt. Die sofortige Zerstörung des Nucleïns nach dessen Abspaltung aus den Organelementen ist aber nicht leicht anzunehmen, da diese Substanz zu den resistenteren gehört, wie aus ihrem Verhalten gegen Verdauungsfermente und verdünnte Säuren, sowie bei der Fäulniss hervorgeht.

[1] Bei einem Kaninchen, welchem 1 *g* Nucleïnlösung subcutan injicirt wurde, entwickelten sich in der Nähe der Injectionsstelle, die absolut gar keine Reaction zeigte, drei wallnussgrosse Lymphdrüsentumoren. Die Untersuchung eines solchen exstirpirten Tumors ergab, dass es sich um eine einfache Lymphadenitis handelte. In einem zweiten solchen Falle wurde eine solche Drüsenanschwellung nicht beobachtet.

Es ist ferner sehr wohl denkbar, dass im Organismus unter pathologischen Umständen Toxine entstehen können, die ähnlich wie Pilocarpin wirken und eine Leucocytose veranlassen können.

Zunächst sei hier die sogenannte „entzündliche Leucocytose", deren Existenz zwar schon früher bekannt war, die jedoch erst in neuerer Zeit von v. Limbeck[1] eingehend untersucht wurde, erwähnt. Nach v. Limbeck begleitet die entzündliche Leucocytose nur diejenigen Processe, bei denen im Gewebe ein Exsudat gesetzt wird und ist dieselbe desto intensiver, je grösser und zellenreicher das Exsudat ist.

Bei der exsudativen Entzündung zerfällt und schwindet schliesslich das Gewebe, und bei diesem Zerfalle muss auch das Nucleïn schliesslich frei werden und kann nach der Resorption seine Wirkung entfalten, die sich in Form einer Leucocytose kundgibt.

Nach dem Obigen ist es selbstverständlich, dass das Auftreten einer Leucocytose nicht bloss durch eine Entzündung bedingt sein, und dass immer, wenn nucleïnhältige Gewebsbestandtheile zerfallen, wodurch Nucleïn frei wird, auch Leucocytose auftreten muss. Als ein Beispiel aus dieser Kategorie der Processe kann die Phosphorvergiftung genannt werden, die mit einer bedeutenden Leucocytose einhergeht. Bei dieser Intoxication zerfallen massenhaft Gewebselemente, und es ist naheliegend anzunehmen, dass das bei diesem Zerfalle frei werdende Nucleïn seine Wirkung in Form einer Leucocytose entfaltet. Auch die bei den Verbrennungen und Verbrühungen der Haut constatirte intensive Leucocytose kann auf diese Weise erklärt werden, indem hier das durch die Zerstörung der Elemente der Haut frei gewordene und resorbirte Nucleïn zur Wirkung gelangen kann.

An die bei der Phosphorvergiftung auftretende Leucocytose kann die bei Cachexien beobachtete Leucocytose angereiht werden, die von Escherich[2] als „hydrämische Leucocytose" bezeichnet wurde. Die Entstehung dieser Leucocytose könnte auch dadurch erklärt werden, dass bei Cachexien Gewebselemente zerfallen.

[1] Zeitschr. für Heilk., X.

[2] Berl. klin. Wochenschr., 1889, Nr. 10.

Die Frage, ob bei diesen Processen ausser dem Nucleïn auch nicht Toxine, etwa von der Wirkungsweise des Pilocarpins, mitwirken, die ihrerseits auch eine Leucocytose veranlassen, ist vorläufig offen.

Das Auftreten derartiger Toxine im Organismus ist aber wenigstens unter Umständen mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen.

Es besteht eine Form von „vorübergehender Leucocytose", bei welcher eine enorme Leucocytenmenge im Blute erscheint, die aber binnen kurzer Zeit verschwindet, die von Gerhardt[1] und Litten[2] beobachtet wurde. Diese seltsame Erscheinung dürfte sich am einfachsten durch die Annahme einer Intoxication, vielleicht Autointoxication parasitären Ursprungs erklären.

Ferner sei hier noch der Leukämie gedacht. Das Wesen dieser merkwürdigen Erkrankung ist gänzlich unbekannt. Wodurch die gewaltigen Veränderungen in den lymphoiden Geweben hervorgerufen werden, die dann consecutiv zu der riesigen Anhäufung der Leucocyten im Blute führen, ist räthselhaft. Es scheint, dass die im Vorstehenden mitgetheilten Versuche einen Fingerzeig bilden, in welcher Richtung die Untersuchung geführt werden soll. Nach dem Obigen ist es naheliegend anzunehmen, dass die Leukämie durch die Wirkung eines Toxins, welches ähnlich wie Pilocarpin oder Nucleïn auf die lymphoiden Gewebe wirkt, hervorgerufen wird, und dass diese Erkrankung auf einer Autointoxication vielleicht parasitärer Natur beruht. Hat die Leucocytenmenge im Blute einmal einen hohen Grad erreicht, so muss dann noch ausserdem die Wirkung des aus den Leucocyten als Zerfallsproduct massenhaft auftretenden Nucleïns sich dazu summiren. Auf dieser Grundlage könnten wenigstens gewisse Formen von Leukämie beruhen. Aus dem Obigen ergeben sich ferner einige Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Therapie der Leukämie. Vor Allem erscheint die Anwendung des Chinins, die, wie Mosler berichtet, bisweilen gute Erfolge hatte, vollkommen begründet. Es ist ferner klar, dass auch die

---

[1] Citirt bei Litten.

[2] Berl. Kl. Wochenschr., 1883, 27.

Anwendung des Atropins, den obigen Versuchsresultaten entsprechend, als gerechtfertigt angesehen werden muss.

VII. Über Harnsäurediathese und Xanthinbasendiathese. Schlussbemerkungen.

Die bezüglich der Harnsäurebildung im Organismus geäusserte Ansicht, dass die Harnsäure aus den Zerfallsproducten nucleïnhältiger Körperbestandtheile sich bildet, wurde durch eine Reihe von Thatsachen zu begründen gesucht, und es wurde nachgewiesen, dass sich alle Beobachtungen und Versuche über das Verhalten der Harnsäurebildung im Organismus, soweit sich dieselben übersehen lassen, mit dieser Ansicht in bester Übereinstimmung befinden. Da diese Ansicht noch ausserdem auf der experimentellen Grundlage basirt, dass die Harnsäure unter entsprechenden Bedingungen aus Organen und dem Nucleïn (aus Milzpulpa) extra corpus erhalten werden kann, so kann an der Richtigkeit derselben kaum gezweifelt werden.

Diese Theorie besagt, dass die Harnsäure und die Xanthinbasen aus denselben Muttersubstanzen im Organismus entstehen, da experimentell nachgewiesen wurde, dass aus der Milzpulpa — je nach den Versuchsbedingungen — entweder Harnsäure oder Xanthinbasen erhalten werden können, und dass dieselben bei dieser Bildung in äquivalenten Mengenverhältnissen einander ersetzen können. Dass auch andere Organe sich ebenso wie die Milzpulpa verhalten werden, ist nicht zu bezweifeln.

Es wurde constatirt, dass wenn die gemeinsamen Vorstufen der Harnsäure und der Xanthinbasen zuerst oxydirt und dann erst zersetzt werden, nur Harnsäure — nach einfacher Zersetzung derselben — ohne vorherige Oxydation dagegen nur Xanthinbasen entstehen. Es ist gewiss nicht ungerechtfertigt, an ebensolche Verhältnisse in vivo zu denken und sich vorzustellen, dass die Harnsäure allein dann entsteht, wenn die genannten Vorstufen zuerst oxydirt werden und dann erst zerfallen. In denjenigen Fällen dagegen, wo diese Vorstufen, beziehungsweise die Muttersubstanzen derselben: nucleïnhältige Gewebselemente (z. B. Eiter) in loco bei Luftabschluss zerfallen, so dass eine Oxydation nicht möglich ist, kann keine vermehrte Harnsäurebildung und Ausscheidung, dagegen aber eine vermehrte Bildung

und Ausscheidung der Xanthinbasen, die analog der vermehrten Harnsäureausscheidung eine „Xanthinbasendiathese“ genannt werden kann, auftreten muss.

Es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, dass es kaum eine reine Harnsäurediathese, ebenso wie eine reine Xanthinbasendiathese gibt, und dass je nach den Bedingungen, unter welchen die Organelemente zerfallen, d. i. ob dabei eine Oxydation mehr oder weniger leicht stattfinden kann, der eine oder der andere Process prävaliren wird, dass aber für gewöhnlich beide Processe combinirt sein werden, da eine quantitative Scheidung beider Processe im Organismus wohl nur in seltenen Fällen erwartet werden könnte. Dieser Umstand dürfte das Vorkommen der Xanthinbasen im Harne, sowie im Blute neben der Harnsäure und die Zunahme derselben bei Leukämie, die von Scherer, Salomon und Kossel nachgewiesen wurde, erklären. Die Möglichkeit des Vorkommens einer Xanthinbasendiathese bietet nicht nur ein theoretisches Interesse, sondern ist auch für den Kliniker von Wichtigkeit, da die Xanthinbasen bekanntlich zum Theile heftige Gifte sind, die eine Intoxication bewirken können, welche auch klinisch zum Ausdruck kommen kann. Diese Bemerkungen mögen genügen, um darzuthun, dass ein eingehendes Studium dieser heute noch wenig berührten Frage sehr nothwendig wäre. Aus den bisherigen spärlichen Untersuchungen geht nur hervor, dass sich die Xanthinbasen im Harne und bei verschiedenen Krankheitsprocessen auch im Aderlassblute finden, auf welchen letzteren Umstand insbesondere v. Jaksch[1] in seiner neulich erschienenen Arbeit aufmerksam macht.

Hier muss noch Einiges über die sogenannte Harnsäurediathese bemerkt werden. Mit diesem Terminus bezeichnen viele Autoren jedwede Vermehrung der Harnsäureausscheidung, die bei verschiedenen Krankheiten und aus verschiedenen Gründen entstehen kann, ohne dass damit irgend etwas Anderes gesagt sein soll, als dass die Harnsäureausscheidung vermehrt ist. Es

---

[1] Über die klinische Bedeutung von Harnsäure und Xanthinbasen im Blute, den Exsudaten und Transsudaten. Sep.-Abdr. Berlin 1891.

gibt aber Krankheitsfälle, in denen die Kranken an Gewicht verlieren, rasch abmagern und über lästige subjective Symptome klagen, bei denen aber die physikalische Untersuchung keine positiven Anhaltspunkte ergibt, die diesen Zustand erklären würden. Das hauptsächlichste Symptom, welches bei dieser Erkrankung beobachtet wird, ist eine starke Vermehrung der Harnsäureausscheidung. Dies sind die Fälle der „Harnsäurediathese" im engeren Sinne, die ihrem Wesen nach gänzlich räthselhaft ist. Aus den obigen Auseinandersetzungen ergeben sich Gesichtspunkte zur Beurtheilung auch dieser problematischen Erkrankung. Es kann wohl kaum bezweifelt werden, dass es sich in diesen Fällen entweder um eine Cachexie handelt, die als Ausdruck eines latent verlaufenden Leidens oder als Ausdruck einer Intoxication, möglich auch einer Autointoxication auftritt, oder es könnten auch Fälle von pathologischer Leucocytose vorliegen in Folge von Autointoxication mit pilocarpinähnlich wirkenden Giften oder ähnlich wirkenden Stoffen (vergl. den nächsten Absatz).

Schon früher wurde mehrmals betont, dass die zur Ausscheidung gelangende Harnsäuremenge nicht als Ausdruck der Harnsäurebildung angesehen werden kann, indem die schon gebildete Harnsäure weiter oxydirt und somit nicht ausgeschieden werden kann. Unter die Bedingungen, welche die Oxydation schon gebildeter Harnsäure, die doch zu ziemlich leicht oxydablen Stoffen gehört (Nencki und Sieber),[1] begünstigen, gehört die vermehrte Alkalität des Blutes und der Organmenstrua, was a priori zu erwarten ist. Zahlreiche ältere, allerdings nach der alten Heinz'schen Harnsäurebestimmungsmethode ausgeführte Beobachtungen über die Wirkung kohlensaurer, sowie pflanzensaurer Alkalien, als auch alkalischer Mineralwässer ergaben, dass unter ihrer Einwirkung beim Menschen eine Herabsetzung der Harnsäureausscheidung eintritt. Über einen diesbezüglich in neuester Zeit von E. Spilker ausgeführten Versuch berichtet E. Salkowski,[2] bei welchem in Übereinstimmung mit den älteren Angaben, gefunden wurde, dass das essigsaure Natron eine Herabsetzung der Ausscheidung der Harnsäure bewirkt. Ein

[1] Pflüger's Arch., 31, S. 319.

[2] Virch. Arch., 117, S. 574.

ähnlicher an einem Hunde ausgeführter Versuch ergab aber das entgegengesetzte Resultat: Vermehrung der Harnsäure. Dasselbe erklärt Salkowski aus der bereits von Auerbach[1] constatirten Abnahme der Oxydationsvorgänge, die beim Hunde nach Einfuhr von Alkalien sich einstellt. Wenn auch zugegeben werden kann, dass diese Erklärung berechtigt ist, so muss doch hervorgehoben werden, dass die von Spilker beobachtete Vermehrung der Harnsäureausscheidung (im Mittel um 65·2% — im Maximum fast auf das Doppelte) durch die Verminderung der Oxydationsvorgänge allein etwas schwierig zu erklären ist, da eine so grosse Vermehrung der Harnsäureausscheidung nur aus diesem Grunde kaum erwartet werden kann. Eine Untersuchung von G. Lomikowsky[2] lässt aber die Sache in einem anderen Lichte erscheinen. Aus der erwähnten Arbeit geht nämlich hervor, dass bei Hunden nach grossen Dosen von doppeltkohlensaurem Natron sich die Wirkung „in der Veränderung im Darmcanal, in der Vergrösserung der Peyer'schen und solitären Drüsen, welche von einer Hyperplasie ihrer Formelemente abhängig, ferner in Hyperplasie derselben lymphoiden Elemente des Zwischengewebes und in der Vergrösserung der Milz — derselben Hyperplasie der lymphoiden Elemente" besteht. Dieser Fund erklärt die Vermehrung der Harnsäureausscheidung nach Einfuhr von Soda oder essigsaurem Natron beim Hunde in anderer Weise — es handelt sich um Hyperplasie lymphoider Elemente — also um Verhältnisse, die durch oben besprochene Agentien, die eine Harnsäurevermehrung veranlassen, geschaffen werden. Es befindet sich demnach auch der von Spilker ausgeführte Versuch mit Harnsäurevermehrung nach Alkalieinfuhr beim Hunde in bester Übereinstimmung mit der erwähnten Theorie der Harnsäurebildung. Es ist ferner klar, dass eine Verminderung der Alkalescenz des Blutes, die von Jaksch,[3] Peiper[4] und Kraus[5] bei verschiedenen

---

[1] Virch. Arch., 77, S. 226.

[2] Über den Einfluss des doppeltkohlensauren Natrons auf den Organismus der Hunde. Berl. klin. Wochenschr., 1873, S. 475.

[3] Zeitschr. f. kl. Med., 13, S. 350.

[4] Virch. Arch., 116.

[5] Zeitschr. f. Heilkunde, 10, S. 106.

Krankheiten nachgewiesen wurde, die der Alkalizufuhr entgegengesetzte Wirkung entfalten muss und somit eine Mehrausscheidung der Harnsäure durch den Harn in Folge behinderter Oxydation schon gebildeter Harnsäure bewirken wird — insoferne es dabei nicht zur Ablagerung der Harnsäure im Körper, in Folge der verminderten Alkalimenge kommt. Gerade aber alle diejenigen Processe, bei denen eine Vermehrung der Harnsäureausscheidung nachgewiesen ist, sind dadurch ausgezeichnet, dass bei denselben eine Verminderung der Blutalkalescenz in Folge der beim Gewebszerfalle aus Nucleïn frei werdenden Phosphorsäure oder Glycerinphosphorsäure sich einstellt. Dieses Moment muss bei der Beurtheilung der Grösse der Harnsäurebildung bei den genannten Processen berücksichtigt werden. Es summiren sich hier zwei Componenten: es ist mehr Materiale zur Harnsäurebildung vorhanden und es wird weniger gebildete Harnsäure als in der Norm oxydirt — und in Folge dessen vermehrte Harnsäureausscheidung. Die therapeutischen Erfolge, die mit Alkalizufuhr bei Harnsäurediathese erzielt werden, finden daher ihre Erklärung darin, dass die zweite Componente geschwächt wird, und dass gewisse Symptome, die insbesondere durch die Schwerlöslichkeit der Harnsäure bedingt sind, die aber allerdings ausserordentlich schwerwiegend sein können, bekämpft werden. Die Harnsäurediathese als solche kann durch Alkalizufuhr, den oben auseinandergesetzten Vorstellungen entsprechend, kaum zur Heilung gebracht werden.

Wenn auch die Giltigkeit der eben besprochenen Verhältnisse über die Bedeutung der Alkalien für die Harnsäurebildung und Ausscheidung für den Menschen eintrifft, ist es einigermassen gewagt, diese Verhältnisse auch auf andere Thiergattungen übertragen zu wollen — wie schon der früher erwähnte Fall über das Verhalten des Hundes nach Alkalizufuhr beweist. Es scheint aber doch nicht ganz ungerechtfertigt, diese Verhältnisse zur Erklärung des Verhaltens der Pflanzenfresser in Bezug auf die Harnsäureausscheidung, welches vorläufig noch gänzlich problematisch ist, heranzuziehen. Nach den Untersuchungen von Meissl und Strohmer,[1] Salomon[2] und Mittelbach[3] ist die Harnsäure im

[1] Monatshefte f. Ch., **4**, 10.

[2] Virch. Arch., **95**, 527.

[3] Zeitschr. f. phys. Ch., **12**, 465.

Schweineharne, nach Brand[1] im Kameelharne, nach Sussdorf,[2] sowie Feser und Friedberger,[3] Leconte,[4] Salkowski[5] und Mittelbach[6] im Pferdeharne, nach Brücke,[7] Meissner und Shepard,[8] sowie Mittelbach[9] im Rinderharne, nach Meissner und Shepard[10] im Ziegen-, sowie Kaninchenharne, nach Mittelbach[11] im Schöpsenharne enthalten. Ich kann noch hinzufügen, dass sich die Harnsäure auch im Elephantenharne vorfindet. Die Herbivoren scheinen demnach in dieser Beziehung vom Menschen nur darin zu differiren, dass der Harn derselben relativ weniger Harnsäure enthält. Ferner muss noch erwähnt werden, dass nach Wöhler[12] saugende Kälber (während der Ernährung mit Milch) reichlich Harnsäure, aber keine Hippursäure ausscheiden. Sobald dieselben aber sich ausschliesslich mit vegetabilischer Nahrung zu ernähren anfangen, enthält der Harn Hippursäure, aber keine Harnsäure. (Die Angabe über das Fehlen der Hippursäure, respective der Harnsäure erklärt sich daraus, dass die von Wöhler angewandte Methode unzulänglich war — diese Verbindungen waren offenbar im Harne enthalten, jedoch nur in geringen Mengen, die nach den alten Methoden nicht nachweisbar waren.) Bei der „gemischten" Milchnahrung verhalten sich die Kälber daher wie Menschen — bei Ernährung mit ausschliesslich vegetabilischer Kost dagegen zeigen sie das Verhalten der Pflanzenfresser. Dieser Umstand scheint daher entschieden dafür zu sprechen, dass der Stoffwechsel der Herbivoren, speciell die Harnsäurebildung von derjenigen beim Menschen nicht sehr wesentlich verschieden sein kann, und dass der Grund der relativ unbedeutenden Harnsäureausscheidung bei Herbivoren

---

1 Bei Meissner, Zeitschr. f. rat. Med., 31, 344.
2 Ber. über das Veterinärwesen in Sachsen f. 1859, 108.
3 Zeitschr. f. pr. Veterinärwiss., 2, 8.
4 Bei Bernard, Leç. s. l. liquides de l'organisme, 2, 59.
5 Zeitsch. f. phys. Ch., 9, 241.
6 L. c.
7 Müller's Arch., 1842, 91.
8 Unters. über das Entstehen der Hippurs. im Org., 1866.
9 L. c.
10 L. c.
11 L. c.
12 Nachr. d. k. Gesell. d. Wiss. zu Göttingen, 1849, 5, S. 61.

hauptsächlich in der Qualität der Nahrung liegen dürfte. Der Pflanzenfresser führt mit der Nahrung ausser der grossen Kohlenhydratmenge auch grosse Mengen von Alkalien ein — bildet daher bei relativ geringer Zufuhr von Eiweiss relativ wenig Harnsäure und ist bei stärkerer Blutalkalescenz in der Lage, relativ mehr gebildete Harnsäure zu oxydiren. Das Vicariren der Hippursäure statt der Harnsäure bei Kälbern, die von der Milchnahrung zur vegetabilischen Nahrung übergehen, sowie bei Herbivoren überhaupt beruht vielleicht darauf, dass die eine Componente der Hippursäure: das Glycocoll als Spaltungsproduct der in grösserer Menge zerfallenden Harnsäure auftritt und von der mit der Nahrung reichlich zugeführten Benzoesäure sofort in Beschlag genommen wird.

Es wurde früher gezeigt, dass eine Vermehrung der Leucocytenzahl im Blute ausser durch Aufnahme der Eiweissnahrung auch durch Pilocarpin und Nucleïn hervorgerufen wird. Im Gefolge dieser Leucocytosen erscheint, ähnlich wie im Gefolge der Verdauungsleucocytose, eine Vermehrung der Harnsäureausscheidung. Dieses Resultat entspricht im Wesentlichen der Erwartung und bietet im Grossen und Ganzen nichts Auffallendes.

Betrachtet man aber die bei den einzelnen Versuchen erhaltenen Zahlen näher und vergleicht namentlich die Grösse der Vermehrung der Leucocytenzahl im Blute mit der Grösse der dieselbe begleitenden Vermehrung der Harnsäureausscheidung, so kann man sich gar nicht verhehlen, dass hier zuweilen ein gewisses Missverhältniss besteht. Nach Pilocarpin und Nucleïn tritt eine relativ sehr intensive Leucocytose, wie nach Aufnahme grosser Fleischmengen auf — die dieselbe begleitende Harnsäureausscheidung ist aber nicht sehr bedeutend und beträgt höchstens das Doppelte des Hungerwerthes, während nach Fleischaufnahme dieselbe viel anhaltender und bei Weitem intensiver ist und bis auf das Dreieinhalbfache des Hungerwerthes steigen kann. Zu erwarten wäre aber vielleicht doch, dass in allen Fällen, wo die Vermehrung der Leucocytenzahl aus irgend welchem Grunde eine bestimmte Höhe erreicht, immer auch eine gleich grosse Vermehrung der Harnsäureausscheidung auftreten

wird. Dabei ist aber Folgendes zu berücksichtigen: Die Grösse der Harnsäurebildung kann nur von der Menge der zerfallenden Leucocyten abhängig sein. Es ist natürlich, dass, wenn mehr Leucocyten vorhanden sind, auch mehr zerfallen können, jedoch muss nicht in einem jeden Falle dieselbe Menge derselben zerfallen.

Weiter ist zu bedenken, dass unter dem Terminus „Leucocyt" keineswegs einheitliche Elemente verstanden werden, und dass es Leucocyten gibt, die gross sind, viel Kernsubstanz haben, viel Nucleïn halten, und Leucocyten, die klein sind, kleine Kerne haben und wenig Nucleïn führen. Dass demnach die verschiedenen Leucocyten beim Zerfalle dieselbe Menge von Zerfallsproducten und speciell von Harnsäurevorstufen liefern könnten, ist absolut undenkbar. Wenn demnach in einem bestimmten Falle die Leucocytenzahl eine bestimmte Höhe erreicht, und wenn auch diese Leucocyten sämmtlich zerfallen, so muss doch die Menge der Zerfallsproducte derselben in einem Falle nicht ebenso gross sein wie in einem anderen Falle, bei dem die Leucocytenzahl ebenso gross war und in dem auch sämmtliche Leucocyten dem Zerfalle anheimfielen. Es ist daher klar, dass nicht in allen Fällen numerisch gleich grosser Leucocytosen auch gleich grosse Harnsäuremengen als Ausdruck derselben auftreten können. Um diese Verhältnisse genau zu verfolgen, müssen die Leucocyten des Blutes nicht nur einfach gezählt, sondern auch auf ihre Eigenschaften, insbesondere auf ihren Nucleïnreichthum untersucht werden, in welcher Richtung aber vorläufig jedwede Erfahrungen und Methoden fehlen. A priori ist es wahrscheinlich, dass beim hungernden Menschen durch Nucleïn und Pilocarpinwirkung auftretende Leucocyten substanzärmer sein werden als die Leucocyten, die nach Aufnahme der Fleischnahrung auftreten, da beim Hunger jedenfalls weniger Materiale zur Leucocytenbildung vorliegt als nach Fleischaufnahme.

Diese Momente müssen bei Beurtheilung der Ausscheidungsgrösse der Harnsäure nach Pilocarpin- und Nucleïneingabe berücksichtigt werden — möglicherweise kommen noch andere in Betracht. Aber nicht nur in diesen zwei Fällen, sondern überhaupt bei Beurtheilung der Ausscheidungsgrösse der Harnsäure

und der Leucocytenzahl müssen diese Verhältnisse in Betracht gezogen werden. Es wäre z. B. ungerechtfertigt, einen Widerspruch darin zu erblicken, dass zwei Menschen, die im Hungerzustande gleich grosse Harnsäuremengen ausscheiden, keinen gleichen Leucocytengehalt des Blutes aufweisen u. dergl.

Im Anschlusse an diese Angelegenheit muss noch Einiges über das Verhältniss des Nucleïns zur Leucocyten- und Harnsäurebildung bemerkt werden. Das in den Körper eingeführte Nucleïn veranlasst eine Vermehrung der Leucocyten, aber auch gleichzeitig eine Vermehrung der Harnsäure. Es ist fraglich, ob diese Harnsäure sich direct aus dem Nucleïn oder aus den Leucocyten bildet. Möglicherweise findet keine directe Harnsäurebildung aus den Zerfallsproducten des Nucleïns statt, sondern nur aus den Leucocyten, und das Nucleïn spielt die Rolle eines Giftes wie das Pilocarpin, welches eine Leucocytose hervorruft. Dabei ist es möglich, dass das Nucleïn auch Material zur Leucocytenbildung liefert. Es ist aber auch möglich, dass aus dem Nucleïn direct und aus den durch Nucleïnwirkung entstehenden Leucocyten gleichzeitig Harnsäure entsteht. Aus diesem Grunde ist es nicht möglich zu entscheiden, dass das eingegebene Nucleïn direct in Harnsäure übergeht, wesshalb auch die oben angeführten Versuche dementsprechend aufgefasst werden müssen.

Elektrochemische Untersuchungen

(I. Mittheilung)

von

Prof. **Franz Exner**,
c. M. k. Akad.

(Mit 5 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Mai 1891.)

Die elektrischen Potentialdifferenzen, welche bei Berührung von Metallen mit Flüssigkeiten oder von Flüssigkeiten unter sich auftreten, stehen unzweifelhaft in einem gewissen Zusammenhange mit dem thermochemischen Werthe der dabei auftretenden Reactionen; allein dieser Zusammenhang ist bisher nur für gewisse beschränkte Erscheinungsgebiete, z. B. für die galvanischen Elemente in ihrer Gesammtwirkung, oder für die galvanische Polarisation erforscht, und auch da keineswegs in erschöpfender Weise. Es haben sich vielfach Differenzen zwischen den aus den thermochemischen Daten berechneten und den beobachteten Werthen ergeben, ohne dass es bisher gelungen wäre, die Ursache dieser Differenzen genügend aufzuklären.

Man ist daher in neuerer Zeit vielfach von der ursprünglichen, zuerst von W. Thomson aufgestellten Ansicht abgekommen, der zufolge die bei einer chemischen Reaction auftretende elektrische Energie der auf thermischem Wege ermittelten in vollem Betrage äquivalent sei; da Wärme sich nicht vollständig in elektrische oder mechanische Energie verwandeln lässt, so nimmt man an, dass letztere immer nur einen gewissen Bruchtheil der ersteren repräsentiren könne, jenen Theil, welchen F. Braun,[1] von dem diese Anschauung zuerst ausführlicher

[1] Wied. Ann., Bd. 16 (1882).

begründet wurde, den Nutzeffect, und welchen v. Helmholtz die freie Energie genannt hat.

Obgleich diese Ansicht unzweifelhaft über viele momentane Schwierigkeiten hinweg hilft, indem sie alle auftretenden Differenzen zwischen Berechnung und Beobachtung einfach als Folge dieses Nutzeffectes darstellt, so glaube ich doch, dass ihre Nothwendigkeit gegenwärtig weder experimentell noch theoretisch begründet ist.

Was zunächst die experimentelle Begründung anlangt, so setzt dieselbe die Kenntniss zweier auf einen gewissen Vorgang bezüglicher Grössen voraus: der elektrischen Energie und der thermochemischen; erstere ist jederzeit leicht zu ermitteln, letztere dagegen nur, wenn die chemischen Processe, welche sich abspielen, vollständig bekannt sind. Nun ist aber diese Bedingung keineswegs in allen Fällen, ja man kann sagen, nur in den seltensten, erfüllt, selbst bei viel gebrauchten galvanischen Combinationen, wie z. B. dem Bunsen'schen Elemente, lässt sie uns in Stich, und es ist charakteristisch, dass die bedeutendsten Differenzen zwischen Rechnung und Beobachtung immer bei solchen Combinationen eintreten, wo die chemischen Processe am dunkelsten, die darüber zur Berechnung gemachten Annahmen daher mehr oder minder willkürlich sind. Das tritt besonders auffällig bei jenen Combinationen zu Tage, welche als negativen Pol Silber oder Blei enthalten, also Substanzen, bei deren Oxydation sich bekanntlich immer gewisse, und zwar unbestimmte Mengen von Superoxyden bilden, deren bedeutende negative Bildungswärme dann aber nicht in Rechnung gezogen wird.

Noch auffallender wird die Sache bei jenen Combinationen, bei welchen die elektrische Energie die thermische übertrifft; hier kann von einem Nutzeffect wohl nicht die Rede sein, und eine Erklärung dieses Verhaltens — die Richtigkeit der Prämissen vorausgesetzt — dürfte auf unübersteigliche Schwierigkeiten stossen. Viel näher liegt dagegen die Annahme, dass auch in diesen Fällen die der Rechnung zu Grunde gelegten chemischen Processe den thatsächlichen nicht vollständig entsprechen.

Dazu kommt noch ein Umstand, der bisher nicht berücksichtigt wurde: die Temperatur. Alle Reactionswärmen sind Functionen der Temperatur, und in Bezug auf diese müssten die

elektrischen und thermochemischen Messungen eigentlich bei gleichen Umständen ausgeführt werden; dass dieser Einfluss kein ganz geringer ist, beweisen die oft beträchtlichen Temperaturcoëfficienten galvanischer Elemente, die eben in diesem Umstande ihre Begründung finden.

Auch muss bemerkt werden, dass in allen jenen Fällen, wo die chemischen Reactionen in unzweifelhafter Weise verlaufen, sich stets zwischen Rechnung und Beobachtung eine genügende Übereinstimmung ergab; so z. B. bei jenen Elementen, welche J. Thomsen[1] sowohl elektrisch, als thermisch untersuchte, so auch bei den von mir gemessenen Combinationen von Metallen mit Brom und Jod,[2] und so endlich bei den Messungen der galvanischen Polarisation.[3]

Aber auch in theoretischer Hinsicht liegt meiner Meinung nach kein Grund vor, die ursprüngliche W. Thomson'sche Ansicht von einer vollständigen Äquivalenz der chemischen und elektrischen Energie zu verlassen. Allerdings lässt sich Wärme nur zum Theil in die letztere Form überführen, allein es handelt sich hier gar nicht um diese Art der Umwandlung, sondern gerade im Gegentheil um die jederzeit vollständig durchführbare Umsetzung elektrischer Energie in Wärme. Ich habe diese Ansicht schon vor längerer Zeit ausgesprochen,[4] und sie ist jedenfalls die nächstliegende Interpretation der Thatsachen; denn combinirt man z. B. Zink mit Schwefelsäure, so erhält man zunächst eine der Potentialdifferenz $Zn|H_2SO_4$ entsprechende Ladung des Systems — dasselbe als isolirt gedacht — und die Grösse dieser Ladung wird durch die Capacitäten der beiden Pole — Zn und H_2SO_4 — bedingt. Könnte man letztere unendlich gross machen, so würde man ohne Zweifel die ganze der Reaction entsprechende Energie in Form von Elektricität erhalten und das Zink würde sich ohne Wärmeentwicklung auflösen. Diesen Fall kann man ja auch erreichen, indem man das Element durch einen grossen Widerstand schliesst; hier

---

[1] Thermochemische Untersuchungen, Bd. 3.
[2] Diese Berichte, Bd. 84 (1881).
[3] Ebenda, Bd. 78 (1878).
[4] Ebenda, Bd. 82 (1880).

sieht man, dass die Wärmeentwicklung nur secundärer Natur ist, die Joule'sche Wärme, und verlegt man den Schliessungsbogen in die Flüssigkeit selbst, d. h. löst man einfach ein Stück Zink in Schwefelsäure auf, wobei die primär erzeugten Ladungen nach Überschreitung der Potentialdifferenz $Zn|H_2SO_4$ sich direct am Entstehungsorte ausgleichen, so erscheint die Joule'sche Wärme eben in der Flüssigkeit selbst als thermischer Effect der Reaction von Zink auf Schwefelsäure. Die so gemessene Wärmemenge ist aber nichts anderes als die in Wärme umgesetzte elektrische Energie der Reaction Zn, H_2SO_4.

Ich glaube, dass diese Anschauungsweise von der sonst üblichen, welche eine Umwandlung von chemischer Energie zunächst in Wärme und erst secundär in elektrische Energie voraussetzt, mancherlei Vorzüge hat. Unter anderem findet sie eine wesentliche Stütze auch in der so fruchtbaren Dissociationstheorie, welche durch die angenommenen statischen Ladungen der Jonen direct zu dieser Anschauung hinführt.

Obgleich demnach die Annahme der Braun'schen Anschauung mir keineswegs nothwendig, ja nicht einmal vortheilhaft erscheint, so bleiben doch die Eingangs schon erwähnten Mängel bestehen und eine Beseitigung derselben ist wohl nur von einer systematischen Erforschung des ganzen Erscheinungsgebietes zu erwarten. Eine solche soll soweit als möglich in den folgenden Mittheilungen gegeben werden. Dabei handelt es sich nicht so sehr um die elektromotorischen Kräfte galvanischer Combinationen im Ganzen, also z. B. galvanischer Elemente, als vielmehr um die absoluten Grössen der Einzelwerthe an den verschiedenen Berührungsstellen. Die Möglichkeit, die Potentiale der Flüssigkeiten zu bestimmen, ist durch W. Thomson's Methode der Tropfelektroden gegeben, und ich habe auch schon eine Reihe einzelner Messungen, betreffend den Gang des Potentialgefälles in galvanischen Elementen, nach derselben ausgeführt.[1] Handelt es sich aber darum, einen genaueren Einblick in die Processe zu gewinnen, die sich an den Berührungsstellen von Metallen und Flüssigkeiten oder von Flüssigkeiten unter einander abspielen, so ist es unerlässlich, auf zwei bisher weniger beachtete

[1] Diese Berichte, Bd. 97 (1888).

Factoren Rücksicht zu nehmen: die Concentration und die Temperatur.

Im Vorliegenden beginne ich mit der Mittheilung jener Messungen, die sich auf die Potentialdifferenzen zwischen Metallen und Flüssigkeiten, zunächst Säuren, beziehen, und zwar wird vorläufig nur der Einfluss der Concentration in Betracht gezogen. Auf den Einfluss der Temperatur werde ich später zurückkommen; derselbe ist keineswegs gering, die Werthe $Zn|ZnSO_4$ und $Cu|CuSO_4$ zum Beispiel, ändern sich von 20—90° um circa 5% und ergeben in ihrem Zusammenwirken das, was man den Temperaturcoëfficienten des Daniell'schen Elementes nennt.

Sehr auffallend muss sich der Einfluss der Temperatur bei Messungen der galvanischen Polarisation manifestiren; nach der Theorie, welche ich von dieser Erscheinung gegeben habe,[1] hängt die erzeugte elektromotorische Kraft von dem thermischen Werthe ab, welcher der Wiedervereinigung der ausgeschiedenen Jonen entspricht. Dieser Werth muss aber eine Function der Temperatur sein und sich gegen die Dissociationstemperatur der untersuchten Substanz zu der Null nähern; es muss also auch die elektromotorische Kraft der Polarisation mit der Temperatur abnehmen und an diesem Punkte Null werden. In letzterer Beziehung hat die Theorie in jüngster Zeit eine volle Bestätigung durch die Versuche von Poincaré erhalten,[2] welcher nachwies, dass bei geschmolzenen Salzen die Polarisation in der That bis auf Null sinkt, wenn man die Temperatur bis zum Dissociationspunkt steigert. Es lässt sich voraussehen, dass ähnlich wie die Temperatur auch der Druck von Einfluss auf die Polarisation sein muss; auch in diesem Falle wird man aus den elektrischen Grössen auf den geänderten Werth der chemischen Reaction einen Schluss ziehen können.

Ich habe die Methode der Tropfelektroden auch in einer weiter unten näher zu besprechenden Weise angewendet, die es erlaubt, die Potentialdifferenz F/F' zweier sich berührender isolirter Flüssigkeiten ohne Anwendung irgendwelcher Ab-

---

[1] Diese Berichte, Bd. 78 (1878).

[2] C. R., Bd. 110 (1890).

leitungen zu messen. Es ist dies bisher bekanntlich nicht möglich gewesen und setzt uns in den Stand, eine Reihe wichtiger Fragen, z. B. über die Einwirkung von Säuren auf Basen oder über die Verdünnung von Lösungen zu beantworten. Speciell die letztere Frage ist mit Rücksicht auf die Clausius'sche Dissociationstheorie von grossem Interesse; nach dieser muss z. B. bei Berührung von Wasser mit $ZnSO_4$-Lösung ersteres negativ werden, bei Berührung mit einer Halogenwasserstoffsäure dagegen positiv. Es folgt dies aus den verschiedenen Geschwindigkeiten, mit welchen sich die positiv und negativ geladenen Jonen in beiden Fällen bewegen. Es entscheidet das Experiment, wenigstens in allen bisher untersuchten Fällen, von denen einige auch schon in der vorliegenden Mittheilung Platz finden, zu Gunsten der Theorie.

Auch auf den Vorgang der Elektrolyse näher einzugehen, wird sich Gelegenheit bieten; es scheint, dass man es hiebei in erster Linie mit der statischen Wirkung des von den Elektroden erzeugten Feldes auf die Ladungen der Jonen zu thun hat. Aus dieser Wirkung lässt sich dann auch ein Rückschluss ziehen auf den Zusammenhang zwischen der elektrischen Energie einer Molekel eines Elektrolyten und deren Bildungswärme; die erstere Grösse ist durch das elektrochemische Äquivalent, die Moleculargrösse und das wahre specifische Gewicht gegeben, die letztere aus den thermochemischen Daten bekannt, und es erscheint bemerkenswerth, dass diese beiden Grössen sich z. B. bei H_2O und bei HCl als gleich, oder doch als angenähert gleich ergeben. Es würde dies besagen, dass die bei der Bildung von HCl aus H und Cl resultirende Wärme nichts anderes ist als das Äquivalent der Arbeit, welche von den elektrischen Ladungen der Jonen bei Annäherung derselben bis auf Moleculardistanz geleistet wird.

§. 1. Methoden.

Das Princip der Methode, nach welcher die folgenden Messungen ausgeführt wurden, habe ich schon früher eingehend besprochen;[1] es besteht im Wesentlichen darin, dass die mit dem

[1] Diese Berichte, Bd. 97 (1888).

Elektrometer verbundene Tropfelektrode im Inneren eines mit der zu untersuchenden Flüssigkeit getränkten Cylinders aus Filtrirpapier wirkt. Als tropfende Flüssigkeit wurde ausschliesslich Quecksilber verwendet. Da eine solche Tropfelektrode immer durch Reibung etwas Elektricität entwickelt, so muss eine Correctur in Anwendung kommen, die dadurch bestimmt wird, dass man dieselbe im Inneren eines zur Erde abgeleiteten reinen Kohlencylinders tropfen lässt. Freilich ist es nicht möglich, absolut reine und daher auch absolut gleiche Cylinder zu erhalten, allein die Abweichungen sind doch nicht beträchtlich (das beste Materiale ist dabei harte Gaskohle oder dichter sibirischer Graphit, die Innenflächen mit Glas gereinigt) und betragen meist einige Hundertstel Volt. Ich habe z. B. bei sieben verschiedenen Cylindern für die elbe Tropfelektrode die folgenden Correcturen gefunden:

Cylinder Nr. 1.....	Correctur	−0·320 Volt
2.....	„	−0·332
3.....	„	−0·345
4.....	„	−0·333
5.....	„	−0·362
6.....	„	−0·355
7.....	„	−0·304
	Mittel =	−0·332.

Der Mittelwerth 0·332 stimmt mit Cylinder Nr. 2, und dieser wurde im Folgenden stets zur Bestimmung der Correctur verwendet. Denselben Werth ergeben auch Cylinder aus Wasser oder beliebigen verdünnten Lösungen, die durch Graphit oder Gold abgeleitet sind, und es wird sich in den folgenden Tabellen bei jeder Flüssigkeit auch eine derartige Controlmessung mit Graphit als Ableitung finden. Man wird daraus ersehen, dass sie bis auf 1 oder zwei Hundertstel Volt denselben Werth gaben wie die Kohlencylinder, d. h., dass sowohl letztere, als die durch Graphit abgeleiteten Flüssigkeitscylinder das Potential Null haben. Zu letzterer Annahme wird man genöthigt, wenn man nicht über ein eventuelles Spannungsgesetz zwischen, Kohle, Gold und Flüssigkeiten ganz willkürliche Voraussetzungen machen will.

Es wurde die Ansicht ausgesprochen, dass möglicherweise auch zwischen Metallen, respective Flüssigkeiten und Gasen Potentialdifferenzen in merklichem Maasse bestehen könnten und dadurch meiner Methode ein Fehler anhinge; ich habe desshalb diesen Fall noch genauer untersucht und zu diesem Zwecke Cylinder und Tropfelektrode in ein Gefäss gebracht, das zum Füllen mit verschiedenen Gasen eingerichtet war. Es hat sich jedoch kein Einfluss der letzteren ergeben, wie aus der nachstehenden Tabelle zu ersehen ist.

In derselben gebe ich nur die Einstellung des Elektrometers in Skalentheilen, um deren eventuelle Differenzen es sich handelt, und bemerke, dass 80 Skalentheile einem Daniell entsprachen.

Cylinder	Gas	Einstellung
Zn	Luft	325·0
„	H_2	325·5
„	O_2	326·0
„	CO_2	325·0
Cu	Luft	252·0
„	H_2	251·7
„	O_2	252·0
„	CO_2	252·5
C	Luft	218·0
„	H_2	218·0
„	O_2	218·0
„	CO_2	217·0
H_2O	Luft	295·0
„	H_2	294·0
„	O_2	295·0
„	CO_2	294·0

Es liegen also die beobachteten Differenzen in der Einstellung des Elektrometers durchaus innerhalb der Fehlergrenzen von einigen Hundertel Volt, und von den fraglichen Potentialdifferenzen zwischen Metallen und Gasen ist nichts zu bemerken; man müsste demnach, um dieselben aufrecht erhalten zu können, wieder

annehmen, dass alle untersuchten Substanzen mit dem Quecksilber der Tropfelektrode eine Spannungsreihe bilden.

Nur in einem Falle war die Einstellung eine wesentlich andere, nämlich bei Einleitung von Leuchtgas in den Apparat; es dürfte dies die Folge einer Einwirkung des Schwefels auf das Quecksilber gewesen sein, wenigstens zeigte sie sich auch beim Durchleiten von Schwefelkohlenstoffdämpfen.

Da im Folgenden auch mit Brom- und Jodlösungen getränkte Cylinder zur Verwendung kommen sollten, so stand eine ähnliche Einwirkung zu befürchten; das Einblasen der Dämpfe von Brom- oder Jodwasser, sowie von HCl, HBr, HJ und HF in einen die Tropfelektrode umgebenden Cylinder liess jedoch durchaus keine Veränderung in der Einstellung erkennen, so dass dieser Einfluss als nicht existirend zu betrachten ist.

In Luft — in anderen Gasen wurde der Versuch nicht gemacht — ist es auch gleichgiltig, ob die Tropfelektrode reines Quecksilber oder Zinkamalgam enthält.

Die Art und Weise, wie Ostwald[1] die Methode der Tropfelektroden anwendet — directe Einführung derselben in die Flüssigkeiten — ergibt bekanntlich wesentlich falsche Resultate, und zwar in Folge der chemischen Einwirkung der Flüssigkeiten auf das Quecksilber, einer Einwirkung, die auch die dauernden Ströme liefert, die man bei Verbindung des tropfenden und abgetropften Quecksilbers erhält. Dass die Schwere, welche Ostwald für die Quelle dieser Ströme hielt, um das Tausendfache zu gering ist, habe ich bereits gezeigt.[2] Wohin man unter Anwendung dieser Methode gelangt, das sieht man am besten aus den Resultaten, welche Pellat[3] erhielt, als er den Werth $Zn|ZnSO_4$ und $Cu|CuSO_4$ nach derselben bestimmte und dabei dem Quecksilber seiner Elektrode Zn, respective Cu, zusetzte; in beiden Fällen erhielt er — wie natürlich — den Werth Null, da er, im ersteren Falle, thatsächlich den Werth $Zn|ZnSO_4|Zn$ mass. Gleicherweise erhält Ostwald einen viel zu tiefen Werth, der dem Schema $Zn|ZnSO_4|Hg$ entspricht. Auch hat Ostwald selbst nach dieser Methode keine Messungen mehr ausgeführt.

[1] Zeitschrift für phys. Ch., I (1887).

[2] Rep. d. Phys., 1889.

[3] Ann. d. ch. et ph. (6), Bd. 19 (1890).

Bei Anwendung meiner Methode gestaltet sich die Ausführung längerer Beobachtungsreihen sehr zeitraubend, da die Einstellung des Elektrometers in Folge der asymptotischen Wirksamkeit der Tropfelektrode stets längere Zeit erfordert; es lässt sich aber leicht in folgender Weise ein wesentlich abgekürztes Verfahren einschlagen: Handelt es sich z. B. um die Messung der Metalle (M) in einer Flüssigkeit (F), so genügt es, diese durch die verschiedenen M zur Erde zu leiten und anderseits durch ein bekanntes System an das Elektrometer. Ich habe bei den folgenden Messungen als Hilfssystem stets $Cu|CuSO_4|H_2O|F$ verwendet, dessen Werth natürlich einmal mit der Tropfelektrode bestimmt werden muss. Bei den folgenden Beobachtungen wird dann einfach der Werth $Cu|CuSO_4|H_2O|F|M$ in gewöhnlicher Weise am Elektrometer ermittelt; die Flüssigkeiten befanden sich hiebei stets in getrennten Gefässen, die durch befeuchtete Schnüre mit einander in Verbindung standen. Bei den Ausschlägen des Elektrometers entsprach 1 Scalentheil 0·0138 Volt, welche Reduction mit Hilfe des Voller'schen Normal-Daniells ausgeführt wurde.

Es ist noch eine Methode zu erwähnen, welche es gestattet, die Potentialdifferenz zweier Flüssigkeiten ohne Ableitung derselben zu bestimmen. Es genügt zu diesem Zwecke, die beiden Quadrantenpaare des Elektrometers mit je einer, übrigens isolirten Tropfelektrode zu verbinden, diese mit den zu untersuchenden Flüssigkeiten als Cylindern zu umgeben und letztere unter einander durch eine nasse Schnur oder dergl. zu verbinden; die beiden Quadrantenpaare werden so auf die zu messende Potentialdifferenz gebracht. Nach der allgemeinen Formel für das Quadrantelektrometer ergibt der Ausschlag diese Differenz, so lange die absoluten Potentiale der Quadranten klein bleiben gegen das der Nadel. Da letztere mit circa 300 Volt geladen ist, so bleibt diese Bedingung immer erfüllt, auch dann noch, wenn man die Cylinder an einem beliebigen Punkte durch ein beliebiges Metall zur Erde leiten wollte; letzteres ist insoferne bequem, als man dadurch vor zufälligen äusseren Inductionen auf die Cylinder geschützt wird, es bleibt aber der Ausschlag völlig ungeändert, ob man eine solche Leitung anbringt oder nicht, vorausgesetzt, dass im letzteren Falle die isolirten Cylinder vor Induction irgend anderweitig geschützt werden.

Die Correctur, welche dadurch nothwendig wird, dass nicht beide Elektroden gleiche Reibung haben, kann bei dieser Methode einfach dadurch ermittelt werden, dass man die Elektroden mit zwei gleichen, mit einander verbundenen Cylindern, z. B. aus Wasser, umgibt.

Beobachtungen.

Dieselben umfassen zunächst die Messungen der Differenzen zwischen Metallen und den Halogenwasserstoffsäuren; als Übergang hiezu wurden auch reines Wasser, sowie die wässerigen Lösungen von Chlor, Brom und Jod untersucht. Die Metalle waren von Trommsdorff als rein bezogen und musste die grösste Sorgfalt auf eine jeweilig gleiche Oberflächenbeschaffenheit verwendet werden. Es geschah dies durch Abschaben mittelst Glas vor jedem Versuche, oder durch frisches Amalgamiren bei jenen, die eine leichte Amalgamation zulassen. Verwendet wurden ausser Graphit: Mg, Al, Fe, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Sn, Hg, Pb. Wo das Metall in amalgamirtem Zustande gebraucht wurde, da ist das betreffende Zeichen in eine Klammer ( ) gesetzt.

Ich muss noch bemerken, dass alle Angaben auf Volt reducirt sind und das Potential bezeichnen, welches die Flüssigkeit bei Ableitung durch das betreffende Metall annimmt; es hat dies ausnahmslos das positive Vorzeichen.

§. 2. Metalle in H_2O.

Diese sowie die folgenden Messungen wurden unter Anwendung des Hilfssystems $Cu|CuSO_4|H_2O|F$ ausgeführt, dessen Werth jedesmal mit der Tropfelektrode ermittelt wurde.

Es war: $Cu|CuSO_4|H_2O|H_2O = 0{\cdot}39$.

In der folgenden Tabelle sind die Einzelmessungen von vier Reihen aufgeführt, um die nicht unbedeutenden Schwankungen derselben, die ohne Zweifel von einer wechselnden Oberflächenbeschaffenheit der Metalle herrühren, zu zeigen.

Metalle in H_2O.

Metall	Potentialdifferenz in Volt				Mittel
Mg	1·96	1·98	2·08	2·06	2·02
Al	1·57	1·68	1·66	1·74	1·66
Fe	0·73	0·76	0·77	0·81	0·77
Ni	0·66	0·66	0·63	0·69	0·66
(Cu)	0·44	0·46	0·50	0·47	0·47
(Zn)	1·31	1·29	1·31	1·33	1·31
Ag	0·40	0·40	0·40	0·40	0·40
(Cd)	1·10	1·11	1·13	1·15	1·12
(Sn)	0·99	1·09	0·91	0·94	0·98
Hg fliessend	—	—	0·54	0·55	0·54
Hg ruhend	—	—	0·22	0·21	0·21
(Pb)	0·92	0·92	0·94	0·94	0·93
C	—0·01	—0·04	0·01	0·01	—0·01

Unter „Hg fliessend“ ist immer eine in die Flüssigkeit tauchende Tropfelektrode zu verstehen; es war dabei gleichgiltig ob die Spitze selbst eintauchte oder nur ein Stück des geschlossenen Strahles. „Hg ruhend“ bedeutet eine eintauchende, aber nicht fliessende Elektrode.

§. 3. Metalle in wässerigen Lösungen von Chlor, Brom und Jod.

1. Metalle in $H_2O + Cl_2$.

Zur Verwendung kamen drei verschieden concentrirte Lösungen:

I mit 0·44 % = $^1/_{10}$ Normal
II „ 0·04
III „ 0·004

Die folgenden Tabellen geben die erhaltenen Resultate. Bei sämmtlichen Concentrationen war

$$Cu|CuSO_4|H_2O|Cl\,aq = 0·39.$$

I. Metalle in $H_2O + 0{\cdot}44\%\,Cl_2$.

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·08	2·06	2·07
Al	1·85	1·89	1·87
Fe	0·95	0·95	0·95
Ni.....	0·48	0·47	0·475
(Cu)...	0·47	0·46	0·465
(Zn)...	1·53	1·55	1·54
(Ag) ..	0·31	0·31	0·31
(Cd)...	1·12	1·14	1·13
(Sn)...	0·81	0·81	0·81
Hg ...	0·33	0·32	0·325
(Pb) ..	0·87	0·88	0·875

II. Metalle in $H_2O + 0{\cdot}04\%\,Cl_2$.

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·21	2·16	2·185
Al	1·60	1·72	1·66
Fe	1·05	1·05	1·05
Ni.....	0·56	0·56	0·56
(Cu)...	0·45	0·44	0·445
(Zn)...	1·54	1·56	1·55
(Ag) ..	0·33	0·30	0·315
(Cd)...	1·16	1·15	1·155
(Sn)...	0·76	0·77	0·765
Hg	0·29	0·30	0·295
(Pb)...	0·89	0·92	0·905

III. Metalle in $H_2O + 0{\cdot}004\%\,Cl_2$.

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·21	2·17	2·19
Al	1·63	1·67	1·65
Fe	1·08	1·07	1·075
Ni.....	0·56	0·62	0·59
(Cu).....	0·47	0·47	0·47
(Zn).....	1·50	1·53	1·515
(Ag)	0·43	0·44	0·435
(Cd).....	1·14	1·17	1·155
(Sn).....	0·69	0·70	0·695
Hg	0·32	0·30	0·31
Hg ruhend .	0·23	0·24	0·235
(Pb).....	0·87	0·89	0·88
C	0·04	0·04	0·04

Die erhaltenen Resultate sind in der folgenden Tabelle I übersichtlich zusammengestellt, wobei in der letzten Rubrik auch der Werth für H_2O beigefügt ist.

Tabelle I.

Metalle in H_2O+Cl.

Metall	0·44%	0·04%	0·004%	0%
Mg	2·07	2·18	2·19	2·02
Al	1·87	1·66	1·65	1·66
Fe	0·95	1·05	1·07	0·77
Ni	0·47	0·56	0·59	0·66
(Cu)	0·46	0·44	0·47	0·47
(Zn)	1·54	1·55	1·51	1·31
(Ag)	0·31	0·31	0·43	0·40
(Cd)	1·13	1·15	1·15	1·12
(Sn)	0·81	0·76	0·69	0·98
Hg	0·32	0·29	0·31	0·54
(Pb)	0·87	0·90	0·88	0·93

2. Metalle in H_2O+Br_2.

Es wurden vier Lösungen gemessen:

I mit 3·2 %
II „ 0·78 = $^1/_{10}$ Normal
III „ 0·078
IV „ 0·0078

Es war $Cu|CuSO_4|H_2O|Br$ aq = 0·40.

I. Metalle in $H_2O+3·2\%\ Br_2$.

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·00	2·02	2·01
Al	1·89	1·89	1·89
Fe	0·95	0·96	0·95
Ni	0·41	0·41	0·41
(Cu)	0·55	0·56	0·55
(Zn)	1·52	1·51	1·51
Ag	0·55	0·55	0·55
(Cd)	1·14	1·16	1·15
(Sn)	0·91	0·91	0·91
Hg	0·44	0·45	0·44
(Pb)	0·90	0·92	0·91

II. Metalle in $H_2O+0·78\%\ Br_2$.

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·29	2·21	2·25
Al	1·93	1·93	1·93
Fe	1·08	1·06	1·07
Ni	0·45	0·45	0·45
(Cu)	0·62	0·62	0·62
(Zn)	1·57	1·53	1·55
Ag	0·54	0·54	0·54
(Cd)	1·18	1·16	1·17
(Sn)	0·97	0·93	0·95
Hg	0·45	0·47	0·46
(Pb)	0·97	0·95	0·96

III. Metalle in $H_2O+0{\cdot}078\%\ Br_2$.

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·28	2·26	2·27
Al	1·93	1·91	1·92
Fe	1·10	1·08	1·09
Ni.....	0·66	0·62	0·64
(Cu)...	0·58	0·58	0·58
(Zn)...	1·61	1·57	1·59
Ag ...	0·50	0·49	0·49
(Cd)...	1·20	1·18	1·19
(Sn)...	0·85	0·81	0·83
Hg ...	0·51	0·47	0·49
(Pb) ..	0·97	0·96	0·96

IV. Metalle in $H_2O+0{\cdot}0078\%\ Br_2$.

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·25	2·17	2·21
Al	1·71	1·71	1·71
Fe	0·88	0·84	0·86
Ni.....	0·54	0·52	0·53
(Cu)...	0·43	0·45	0·44
(Zn)...	1·32	1·34	1·33
Ag ...	0·40	0·43	0·41
(Cd)...	1·09	1·12	1·10
(Sn)...	0·81	0·79	0·80
Hg ...	0·55	0·55	0·55
(Pb)...	0·87	0·90	0·88
C	0·04	0·04	0·04

Tabelle II.

Metalle in H_2O+Br_2.

Metall	3·2%	0·78%	0·078%	0·0078%	0%
Mg	2·01	2·25	2·27	2·21	2·02
Al	1·89	1·93	1·92	1·71	1·66
Fe	0·95	1·07	1·09	0·86	0·77
Ni.....	0·41	0·45	0·64	0·53	0·66
(Cu).....	0·55	0·62	0·58	0·44	0·47
(Zn).....	1·51	1·55	1·59	1·33	1·31
Ag.....	0·55	0·54	0·49	0·41	0·40
(Cd).....	1·15	1·17	1·19	1·10	1·12
(Sn).....	0·91	0·95	0·83	0·80	0·98
Hg	0·44	0·46	0·49	0·55	0·54
(Pb).....	0·91	0·96	0·96	0·88	0·93

In Fig. 1 sind die Resultate der Tabelle II graphisch dargestellt; die Concentrationen sind dabei als Abscissen, jedoch

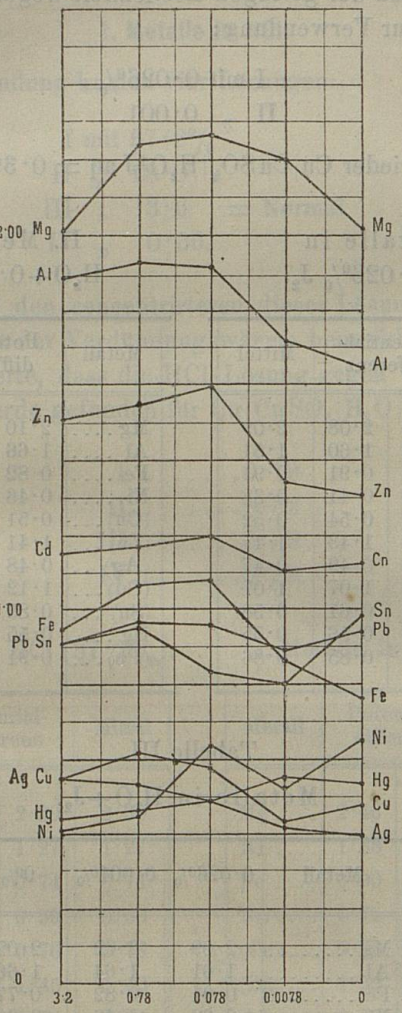


Fig. 1.

Metalle in H_2O+Br_2.

hier wie bei den folgenden Figuren in einem willkürlichen Maassstabe aufgetragen. Die Ordinaten geben die zugehörigen Potentialdifferenzen in Volts.

3. Metalle in H_2O+J_2.

Hier kamen der geringen Löslichkeit wegen nur zwei Concentrationen zur Verwendung:

I mit 0·026%
II „ 0·001.

Es war wieder $Cu|CuSO_4|H_2O|J\,aq = 0·39$.

I. Metalle in $H_2O+0·026\%\ J_2$.

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·10	2·08	2·09
Al	1·63	1·60	1·61
Fe	0·91	0·91	0·91
Ni.....	0·36	0·41	0·38
(Cu) ...	0·50	0·54	0·52
(Zn) ...	1·45	1·43	1·44
(Ag)...	0·45	0·49	0·47
(Cd) ...	1·08	1·07	1·07
(Sn) ...	0·55	0·61	0·58
Hg	0·55	0·56	0·55
(Pb) ...	0·87	0·85	0·86

II. Metalle in $H_2O+0·001\%\ J_2$.

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·10	2·08	2·09
Al	1·66	1·63	1·64
Fe	0·82	0·82	0·82
Ni.....	0·46	0·52	0·49
(Cu) ...	0·51	0·50	0·50
(Zn) ...	1·41	1·41	1·41
(Ag) ..	0·48	0·48	0·48
(Cd) ...	1·12	1·12	1·12
(Sn) ...	0·85	0·91	0 88
Hg	0·55	0·52	0·53
(Pb) ...	0·91	0·91	0·91

Tabelle III.

Metalle in H_2O+J_2.

Metall	0·026%	0·001%	0%
Mg	2·09	2·09	2·02
Al	1·61	1·64	1·66
Fe	0·91	0·82	0·77
Ni.....	0·38	0·49	0·66
(Cu)	0·52	0·50	0·47
(Zn)	1·44	1·41	1·31
(Ag).....	0·47	0·48	0·40
(Cd)	1·07	1·12	1·12
(Sn)	0·58	0·88	0·98
Hg	0·55	0·53	0·54
(Pb).....	0·86	0·91	0·93

§. 4. Metalle in wässerigen Lösungen der Halogenwasserstoffsäuren.

1. Metalle in HCl.

Zur Verwendung kamen vier Lösungen:

I mit 37·2%
II „ 18·0
III „ 3·6 = Normal
IV „ 0·36.

Es war bei den concentrirteren dieser Lösungen schon ein deutlicher Effect der Verdünnungswärme bemerkbar, der sich in der Weise äusserte, dass die HCl-Lösung gegen Wasser negativ erschien. Es wurde gefunden für $Cu|CuSO_4|H_2O|HCl$ bei

I.....0·19
II.....0·32
III.....0·39
IV.....0·39.

I. Metalle in HCl (37·2%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·30	2·30	2·30
Al	1·27	1·27	1·27
Fe	0·75	0·74	0·74
Ni.....	0·58	0·59	0·58
(Cu)...	0·76	0·76	0·76
(Zn)...	1·42	1·45	1·43
Ag ...	0·69	0·74	0·71
(Cd)...	1·20	1·20	1·20
(Sn)...	0·99	1·00	0·99
Hg	1·12	1·12	1·12
(Pb)...	1·03	1·02	1·02

II. Metalle in HCl (18%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·46	2·40	2·43
Al	1·38	1·35	1·36
Fe	0·90	0·90	0·90
Ni.....	0·75	0·76	0·75
(Cu)...	0·76	0·79	0·77
(Zn)...	1·59	1·60	1·59
Ag ...	0·79	0·73	0·76
(Cd)...	1·30	1·28	1·29
(Sn)...	1·06	1·03	1·04
Hg ...	1·21	1·19	1·20
(Pb)...	1·03	1·03	1·03

III. Metalle in HCl (3·6%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·37	2·37	2·37
Al	1·34	1·30	1·32
Fe	1·02	0·97	1·00
Ni.....	0·81	0·76	0·79
(Cu) ...	0·78	0·71	0·75
Cu	0·73	0·70	0·71
(Zn) ...	1·65	1·59	1·62
Zn	1·60	1·55	1·58
Ag	0·72	0·69	0·70
(Cd) ...	1·31	1·28	1·29
Cd	1·30	1·30	1·30
(Sn) ...	1·10	1·05	1·07
Sn	1·09	1·03	1·06
Hg	1·24	1·19	1·21
(Pb) ...	1·07	1·03	1·05
Pb	1·05	1·03	1·05
C	0·02	—	0·02

IV. Metalle in HCl (0·36%).

Metall	Potentialdifferenz			Mittel
Mg	2·18	2·17	2·28	2·21
Al	1·19	1·18	1·19	1·19
Fe	1·01	0·97	0·95	0·98
Ni.....	0·70	0·69	0·70	0·70
(Cu) ...	0·54	0·52	0·56	0·54
Cu	—	0·48	0·52	0·50
(Zn) ...	1·60	1·53	1·56	1·56
Zn	—	1·45	1·49	1·47
Ag	0·51	0·53	0·53	0·52
(Cd) ...	1·22	1·15	1·18	1·18
Cd	—	1·19	1·22	1·20
(Sn) ...	1·00	0·97	0·96	0·98
Sn	—	0·96	0·95	0·95
Hg	1·13	1·10	—	1·11
Hg ruhend	1·07	1·05	—	1·06
(Pb) ...	0·97	1·05	0·95	0·99
Pb	—	0·91	0·95	0·93
C	—	—	0·01	0·01

In Tabelle IV und Fig. 2 sind die Resultate zusammengestellt.

Tabelle IV.

Metalle in HCl.

Metall	37·2%	18%	3·6%	0·36%	0%
Mg	2·30	2·43	2·37	2·21	2·02
Al	1·27	1·36	1·32	1·19	1·66
Fe	0·74	0·90	1·00	0·98	0·77
Ni.....	0·58	0·75	0·79	0·70	0·66
(Cu)	0·76	0·77	0·75	0·54	0·47
(Zn)	1·43	1·59	1·62	1·56	1·31
Ag	0·71	0·76	0·70	0·52	0·40
(Cd)	1·20	1·29	1·29	1·18	1·12
(Sn)	0·99	1·04	1·07	0·98	0·98
Hg	1·12	1·20	1·21	1·11	0·54
(Pb)	1·02	1·03	1·05	0·99	0·93

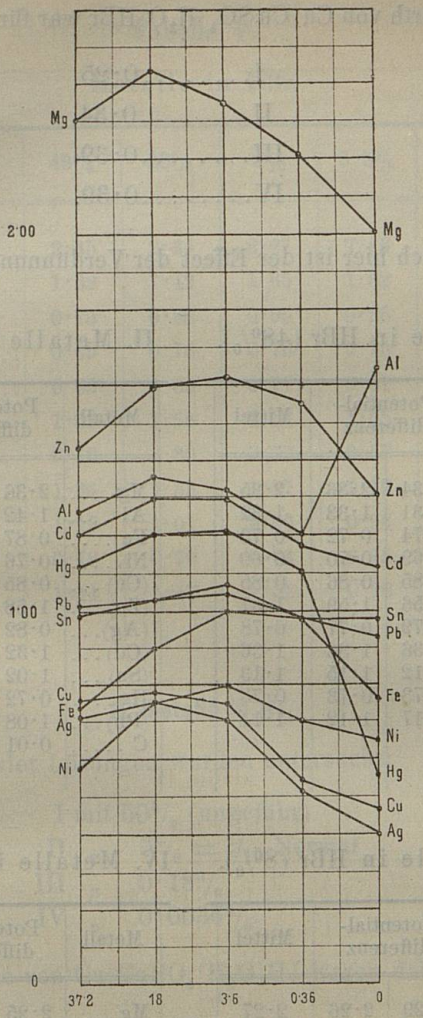


Fig. 2.
Metalle in HCl.

2. Metalle in HBr.

Zur Verwendung kamen die folgenden vier Lösungen:

I mit 48%
II „ 28
III „ 8 = Normal
IV „ 0·8.

Der Werth von Cu | $CuSO_4$ | H_2O | HBr war für diese Lösungen:

I.....0·25
II.....0·34
III.....0·39
IV.....0·39.

Also auch hier ist der Effect der Verdünnung wahrnehmbar.

I. Metalle in HBr (48%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·34	2·36	2·35
Al	1·31	1·33	1·32
Fe	0·74	0·72	0·73
Ni.....	0·69	0·70	0·69
(Cu) ...	0·85	0·86	0·85
(Zu) ...	1·56	1·59	1·57
(Ag)...	0·79	0·77	0·78
(Cd) ...	1·36	1·36	1·36
(Sn) ...	1·12	1·15	1·13
Hg	0·73	0·73	0·73
Pb	1·17	1·12	1·14

II. Metalle in HBr (28%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·36	2·33	2·34
Al	1·42	1·42	1·42
Fe	0·87	0·89	0·88
Ni.....	0·76	0·78	0·76
(Cu) ...	0·85	0·85	0·85
(Zn) ...	1·58	1·58	1·58
(Ag)...	0·82	0·78	0·80
(Cd) ...	1·32	1·34	1·33
(Sn) ...	1·02	1·00	1·01
Hg	0·72	0·73	0·72
(Pb) ...	1·08	1·06	1·07
C	0·01	0·01	0·01

III. Metalle in HBr (8%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·29	2·26	2·27
Al	1·67	1·63	1·65
Fe	0·94	0·96	0·95
Ni.....	0·76	0·76	0·76
(Cu) ...	0·76	0·78	0·77
(Zn) ...	1·56	1·57	1·56
(Ag)...	0·72	0·73	0·72
(Cd) ...	1·26	1·28	1·27
(Sn) ...	0·99	0·99	0·99
Hg	0·83	0·85	0·84
(Pb) ...	1·02	1·03	1·02

IV. Metalle in HBr (0·8%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·25	2·22	2·23
Al	1·83	1·82	1·82
Fe	0·97	0·94	0·95
Ni.....	0·75	0·75	0·75
(Cu) ...	0·66	0·69	0·67
(Zn) ...	1·56	1·54	1·55
(Ag)...	0·57	0·57	0·57
(Cd) ...	1·19	1·19	1·19
(Sn) ...	0·97	0·95	0·96
Hg	0·76	0·75	0·75
(Pb) ...	0·95	0·97	0·96
C	0·01	0·00	0·005

Tabelle V.

Metalle in HBr.

Metall	48%	28%	8%	0·8%	0%
Mg	2·35	2·34	2·27	2·23	2·02
Al	1·32	1·42	1·65	1·82	1·66
Fe	0·73	0·88	0·95	0·95	0·77
Ni	0·69	0·76	0·76	0·75	0·66
(Cu)	0·85	0·85	0·77	0·67	0·47
(Zn)	1·57	1·58	1·56	1·55	1·31
(Ag)	0·78	0·80	0·72	0·57	0·40
(Cd)	1·36	1·33	1·27	1·19	1·12
(Sn)	1·13	1·01	0·99	0·96	0·98
Hg	0·73	0·72	0·84	0·75	0·54
(Pb)	1·14	1·07	1·02	0·96	0·93

3. Metalle in HJ.

Folgende vier Lösungen wurden untersucht:

I mit 50% (ungefähr)
II „ 9% = $^7/_{10}$ Normal
III „ 0·18%
IV „ 0·0036%.

Die Werthe von $Cu|CuSO_4|H_2O|HJ$ waren dabei für:

I.....0·15
II.....0·28
III.....0·39
IV.....0·39.

Doch muss bemerkt werden, dass bei den concentrirteren Lösungen des HJ, wie bekannt, sich grosse Quantitäten von Jod in Lösung ausscheiden, so dass man es hier eigentlich mit einer nicht definirbaren Flüssigkeit zu thun hat.

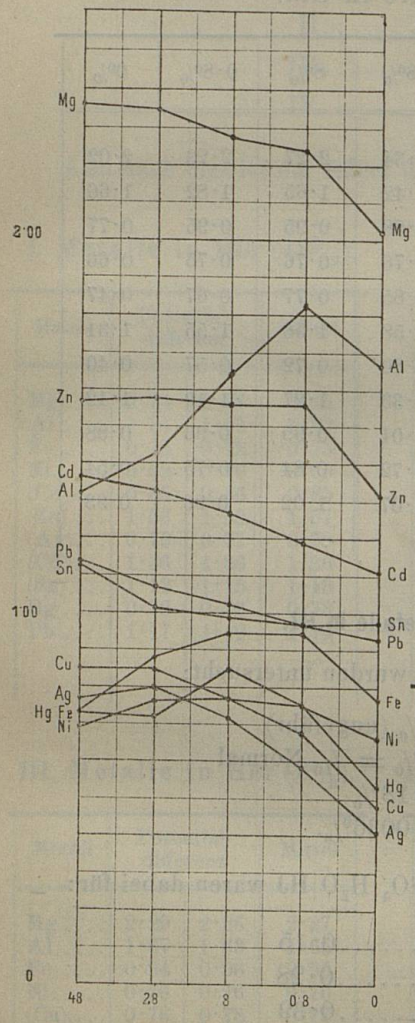


Fig. 3.

Metalle in HBr.

I. Metalle in HJ (circa 50%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·08	2·12	2·10
Al	1·05	1·02	1·03
Fe	0·33	0·36	0·34
Ni.....	0·22	0·22	0·22
(Cu) ...	0·79	0·82	0·80
(Zn) ...	1·42	1·42	1·42
(Ag)...	0·82	0·82	0·82
(Cd)...	1·30	1·30	1·30
(Sn) ...	0·86	0·83	0·84
Hg	0·82	0·82	0·82
(Pb)...	1·08	1·06	1·07

II. Metalle in HJ (9%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·12	2·15	2·13
Al	1·45	1·45	1·45
Fe	0·63	0·63	0·63
Ni.....	0·34	0·34	0·34
(Cu) ...	0·74	0·74	0·74
(Zn) ...	1·42	1·42	1·42
(Ag)...	0·69	0·69	0·69
(Cd)...	1·17	1·15	1·16
(Sn) ...	0·85	0·85	0·85
Hg ...	0·69	0·69	0·69
(Pb)...	0·75	0·74	0·74

III. Metalle in HJ (0·18%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·17	2·18	2·17
Al	1·71	1·67	1·69
Fe	0·88	0·90	0·89
Ni.....	0·61	0·59	0·60
(Cu) ...	0·70	0·69	0·69
(Zn) ...	1·48	1·50	1·49
(Ag)...	0·62	0·61	0·61
(Cd)...	1·14	1·14	1·14
(Sn) ...	0·83	0·83	0·83
Hg	0·72	0·70	0·71
(Pb)...	0·89	0·89	0·89
C	—0·01	—0·01	—0·01

IV. Metalle in HJ (0·0036%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·08	2·10	2·09
Al	1·70	1·66	1·68
Fe	0·90	0·90	0·90
Ni.....	0·61	0·60	0·60
(Cu)...	0·61	0·63	0·62
(Zn) ...	1·42	1·40	1·41
(Ag)...	0·60	0·63	0·61
(Cd)...	1·13	1·13	1·13
(Sn) ...	0·91	0·93	0·92
Hg ...	0·63	0·63	0·63
(Pb)...	0·90	0·91	0·90

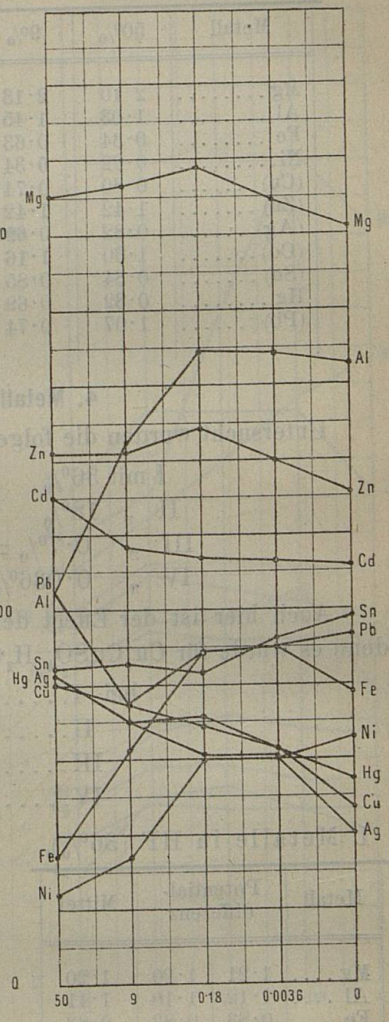


Fig. 4.

Metalle in HJ.

Tabelle VI.
Metall in HJ.

Metall	50%	9%	0·18%	0·0036%	0%
Mg	2·10	2·13	2·17	2·09	2·02
Al	1·03	1·45	1·69	1·68	1·66
Fe	0·34	0·63	0·89	0·90	0·77
Ni.....	0·22	0·34	0·60	0·60	0·66
(Cu)	0·80	0·74	0·69	0·62	0·47
(Zn)	1·42	1·42	1·49	1·41	1·31
(Ag)	0·82	0·69	0·61	0·61	0·40
(Cd)	1·30	1·16	1·14	1·13	1·12
(Sn)	0·84	0·85	0·83	0·92	0·98
Hg	0·82	0·69	0·71	0·63	0·54
(Pb)	1·07	0·74	0·89	0·90	0·93

4. Metalle in HF.

Untersucht wurden die folgenden vier Lösungen:

I mit 36%
II „ 18%
III „ 0·7% = $^3/_{10}$ Normal
IV „ 0·036%.

Auch hier ist der Effect der Verdünnung noch bemerkbar, denn es wurde für Cu|$CuSO_4$|H_2O|HF gefunden:

bei I.....0·23
II.....0·37
III.....0·37
IV.....0·37.

I. Metalle in HF (36%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	1·21	1·20	1·20
Al	1·12	1·10	1·11
Fe	0·83	0·83	0·83
Ni.....	0·51	0·50	0·50
(Cu) ...	0·34	0·37	0·35
(Zn) ...	1·34	1·34	1·34
(Ag)...	0·39	0·40	0·39
(Cd) ...	1·00	1·02	1·01
(Sn) ...	0·96	0·96	0·96
Hg	0 48	0·50	0·49
(Pb) ...	0·83	0·83	0·83

II. Metalle in HF (18%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	1·28	1·34	1·31
Al	1·25	1·25	1·25
Fe	0·97	0·99	0·98
Ni.....	0·68	0·69	0·68
(Cu) ...	0·52	0·51	0·51
(Zn) ...	1·54	1·54	1·54
(Ag)...	0·48	0·50	0·49
(Cd) ...	1·13	1·13	1·13
(Sn) ...	1·10	1·10	1·10
Hg	0·58	0·58	0·58
(Pb) ...	0·96	0·96	0·96

III. Metalle in HF (0·7%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	1·82	1·78	1·80
Al	1·40	1·40	1·40
Fe	0·97	1·00	0·98
Ni.....	0·72	0·72	0·72
(Cu)...	0·54	0·51	0·52
(Zn)...	1·54	1·52	1·53
(Ag)...	0·47	0·47	0·47
(Cd)...	1·14	1·14	1·14
(Sn)...	1·06	1·06	1·06
Hg	0·58	0·58	0·58
(Pb)...	0·92	0·92	0·92
Pb	0·92	0·92	0·92
C	0·01	0·01	0·01

IV. Metalle in HF (0·036%).

Metall	Potentialdifferenz		Mittel
Mg	2·22	2·25	2·23
Al	1·57	1·58	1·57
Fe	1·05	1·05	1·05
Ni.....	0·68	0·69	0·68
(Cu)...	0·46	0·46	0·46
(Zn)...	1·52	1·54	0·53
(Ag)...	0·48	0·46	0·47
(Cd)...	1·12	1·13	1·12
(Sn)...	1·02	1·02	1·02
Hg	0·54	0·53	0·54
(Pb)...	0·91	0·93	0·92

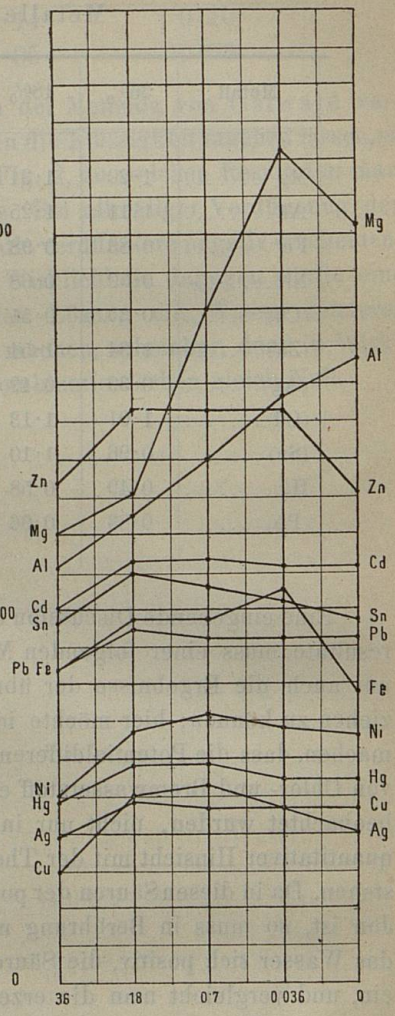


Fig. 5.

Metalle in HF.

Tabelle VII.

Metalle in HF.

Metall	36%	18%	0·7%	0·036%	0%
Mg	1·20	1·31	2·80	2·23	2·02
Al	1·11	1·25	1·40	1·57	1·66
Fe	0·83	0·98	0·98	1·05	0·77
Ni	0·50	0·68	0·72	0·68	0·66
(Cu)	0·35	0·51	0·52	0·46	0·47
(Zn)	1·34	1·54	1·53	1·53	1·31
(Ag)	0·39	0·49	0·47	0·47	0·40
(Cd)	1·01	1·13	1·14	1·12	1·12
(Sn)	0·96	1·10	1·06	1·02	0·98
Hg	0·49	0·58	0·58	0·54	0·54
(Pb)	0·83	0·96	0·92	0·92	0·93

Eine eingehende Discussion der vorstehenden Beobachtungsresultate muss einer folgenden Mittheilung vorbehalten bleiben, um auch die Ergebnisse der übrigen Säuren mit in Rechnung ziehen zu können; hier möchte ich nur noch darauf aufmerksam machen, dass die Potentialdifferenzen, welche bei der Verdünnung von Chlor- und Bromwasserstoff entstehen und die nur nebenbei beobachtet wurden, nicht nur in qualitativer, sondern auch in quantitativer Hinsicht mit der Theorie in guter Übereinstimmung stehen. Da in diesen Säuren der positive Wasserstoff das schnellere Jon ist, so muss in Berührung mit den concentrirten Lösungen das Wasser sich positiv, die Säure negativ laden. Dies tritt auch ein, und vergleicht man die erzeugten Potentialdifferenzen mit den von J. Thomsen bestimmten Verdünnungswärmen, so findet man auch eine befriedigende quantitative Übereinstimmung. Man erhält für die Verdünnung der Lösungen I und II bei HCl:

	Beobachtet	Berechnet
I	0·20	0·15
II	0·07	0·05

und bei HBr:

	Beobachtet	Berechnet
I.....	0·14	0·10
II.....	0·05	0·03

Würde man dagegen nach der Methode von Ostwald verfahren und die Tropfelektrode in die Flüssigkeit tauchen lassen, so zeigt uns die Curve für Hg in Fig. 2, zu welchen Resultaten man z. B. bei HCl kommen würde. Bei allmäliger Verdünnung der concentrirtesten Lösung würde die verdünntere negativ erscheinen, also gerade umgekehrt wie in Wirklichkeit, dagegen würde eine Combination der verdünntesten Lösung mit Wasser letzteres scheinbar sehr stark positiv machen, scheinbar, denn in Wirklichkeit ist der Effect dieser Combination schon gleich Null.

Oxydationsversuche in der Chinolinreihe

von

G. v. Georgievics.

Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Staatsgewerbeschule in Bielitz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Juni 1891.)

Das Verhalten der Körper der Chinolinreihe bei energischer Einwirkung von Oxydationsmitteln ist desshalb von grossem Interesse, weil man bisher meist auf dem Wege der Oxydation die Constitution complicirt zusammengesetzter Derivate des Chinolins (Chinaalkaloide etc.) zu ergründen gesucht hat; eine der Wahrheit nahekommende Deutung der hiebei auftretenden Erscheinungen ist aber nur bei genauer Kenntniss des Verhaltens des Chinolins selbst und seiner einfach zusammengesetzten Derivate, bei derselben Reaction, möglich.

Eine ziemlich grosse Anzahl von Chinolinderivaten ist auch schon der Oxydation unterworfen worden und zeigte sich hiebei, dass sich die im Benzolkern substituirten Derivate dem Chinolin analog verhalten,[1] indem sie bei der Einwirkung starker Oxydationsmittel unter Zerstörung des Benzolkernes Pyridinorthodicarbonsäure, sogenannte Chinolinsäure geben.[2]

Auch einige im Pyridinkern substituirten Chinolinderivate zeigen ein ähnliches Verhalten. So wurde aus Lepidin und aus Cinchoninsäure durch Oxydation Pyridintricarbonsäure,[3] aus

---

[1] Von der Oxydation von Methylchinolinen zu den entsprechenden Carbonsäuren wird hier abgesehen.

[2] Hoogewerf und van Dorp, Berl. Ber., XII, 747; Skraup, M. f. Ch., 2, 157; Claus und Th. Kramer, Berl. Ber., XVIII, 1245.

[3] Hoogewerf und van Dorp, Berl. Ber., XIII, 1640; Ann. Chem. Pharm., 201, 308.

β-Chinolincarbonsäure eine isomere Pyridintricarbonsäure [1] und aus α- und β-Dinitrochinolin, Chinolinsäure erhalten.[2]

Ganz verschieden verhalten sich andere Derivate des Chinolins, die entweder im Pyridinkern substituirt oder Additionsproducte desselben sind. Aus diesen Substanzen werden bei der Oxydation durch Zerstörung des Pyridinkernes verschiedene Körper gebildet, die sämmtlich Derivate der Anthranilsäure sind. So entsteht aus Chinaldin, aus γ-Oxychinaldin und aus Amidooxychinaldin Acetylanthranilsäure; [3] aus Carbostyril, Tetrahydrochinolin, Acetyltetrahydrochinolin, Kynurensäure und einem im Pyridinkern substituirten Bromchinolin, Oxalylanthranilsäure.[4]

Ähnlich verhalten sich auch das α-Phenylchinolin, aus welchem Benzoylanthranilsäure,[5] das Chinolinbenzylchlorid, aus welchem Formylbenzylamidobenzoësäure [6] und das Oxycarbostyril, aus welchem o-Nitrobenzoësäure [7] erhalten wurde.

Nach alledem schien es also, als ob der Verlauf der Oxydation bei im Benzolkern substituirten Chinolinen von der Stellung und der Natur der substituirenden Gruppen unabhängig sei, und gilt es auch ziemlich allgemein als Regel, dass solche Derivate bei der Oxydation, durch Zerstörung des Benzolkernes, Chinolinsäure geben.[8]

Ich machte es mir nun zur Aufgabe, zu erforschen, ob denn wirklich die im Benzolkern substituirten Derivate des Chinolins unter allen Umständen bei der Oxydation Chinolinsäure geben, und ob die Stellung und Natur der substituirenden Gruppen hiebei ganz ohne Einfluss ist.

---

[1] C. Riedel, Berl. Ber., XVI, 1615.

[2] Claus und Th. Kramer, Berl. Ber., XVIII, 1243.

[3] O. Doebner und W. v. Miller, Berl. Ber., XV, 3077; M. Conrad und L. Limpach, Berl. Ber., XX, 951, ferner ibid. XXI, 1979.

[4] P. Friedländer und Ostermayer, Berl. Ber., XV, 333; L. Hoffmann und W. Königs, Berl. Ber., XVI, 727; Kretschy, M. f. Ch., 5, 16; Claus und Fr. Collichonn, Berl. Ber., XIX, 2766.

[5] O. Doebner und W. v. Miller, Berl. Ber., XIX, 1196.

[6] Claus und Fr. Glyckherr, Berl. Ber., XIV, 1284.

[7] Friedländer und Ostermayer. XIV, 1916.

[8] Die Bildung einer sehr geringen Menge von Amidosulfobenzoësäure bei der Oxydation von o-Chinolinsulfosäure (Berl. Ber., XXI, 180) stösst diese Regel wohl nicht um.

Die Versuche wurden mit der *p*-Chinolinbenzcarbonsäure begonnen. Diese wurde nach der bekannten Synthese von Skraup dargestellt, doch geschah die Aufarbeitung des Reactionsproductes in anderer Weise. Da dieselbe auch bei der Darstellung der anderen Chinolinbenzcarbonsäuren verwendet werden kann und entschieden leichter und schneller durchführbar ist als jene, welche von Skraup empfohlen wurde, so soll sie hier kurz mitgetheilt werden.

Die durch Erhitzen von Nitro- und Amidobenzoësäure mit Glycerin und Schwefelsäure erhaltene Masse wird mit kochendem, verdünntem Ammoniak einigemale extrahirt und die erhaltenen Auszüge nach dem Filtriren eingedampft. Hiebei zerfällt das in Lösung befindliche Ammonsalz der Chinolincarbonsäure und man erhält einen schwarzen Syrup, welcher nun mit starkem Alkohol extrahirt wird. Die alkoholische Lösung wird nach dem Filtriren abgedampft und der hiebei resultirende Rückstand in verdünnter Salzsäure gelöst, die salzsaure Lösung, welche die Chinolincarbonsäure in sehr verunreinigter Form enthält, wird stark verdünnt, mit Zinnchlorür versetzt und durch Einleiten von Schwefelwasserstoff (ohne vorher zu filtriren) vom Zinn befreit. Das Filtrat vom Zinnniederschlag gibt, nachdem es entsprechend concentrirt worden ist, eine reichliche Krystallisation des salzsauren Salzes der Chinolincarbonsäure, welches durch einmaliges Umkrystallisiren aus verdünnter Salzsäure gereinigt wird. Durch Versetzen mit der berechneten Menge Ammoniak wird daraus die freie Carbonsäure abgeschieden und durch ein- bis zweimaliges Umkrystallisiren aus Alkohol gereinigt.

Zweckmässig ist es, die Carbonsäure vor der Behandlung mit Zinnchlorür ein- bis zweimal aus Salzsäure umzukrystallisiren. Auch muss man, wenn ihre Lösung nach der Fällung des Zinns mit Schwefelwasserstoff nicht ganz hellgelb gefärbt sein sollte, ein zweites Mal mit Zinnchlorür versetzen und dieses wieder mit Schwefelwasserstoff fällen.

Oxydation der *p*-Chinolinbenzcarbonsäure in verdünnt schwefelsaurer Lösung.

Analysenreine *p*-Chinolinbenzcarbonsäure wurde in einem Überschuss von Schwefelsäure gelöst und mit einer concentrirten

Lösung von Kaliumpermanganat in der Wärme oxydirt. Die Permanganatlösung wurde so allmälig hinzugegeben, dass es immer nur zu einer geringen Ausscheidung von Braunstein kam, welcher dann, im Anfange der Oxydation sehr leicht, gegen das Ende derselben jedoch nur durch anhaltendes Kochen in Lösung gebracht werden konnte.

Trotz des angewandten Überschusses an Schwefelsäure — auf 10 *g* Substanz wurden circa 140 *g* englische Schwefelsäure genommen — trat am Ende der Oxydation eine geringe Braunsteinausscheidung ein, welche nicht mehr in Lösung zu bringen war.

Auf 1 Theil *p*-Chinolinbenzcarbonsäure wurden 3·7 Theile Kaliumpermanganat, also etwas mehr als zur Umwandlung in Chinolinsäure erforderlich ist, genommen.

Je nach der Menge der zur Oxydation verwendeten Carbonsäure schwankte die Dauer der Reaction zwischen 6 und 10 Stunden.

Während derselben entwickelte sich ein Geruch nach Ameisensäure.

Nach vollendeter Oxydation wurde von einer geringen Menge Braunstein filtrirt und aus der Lösung das Mangan mit Ammoniak und kohlensaurem Ammon heiss gefällt. Das Filtrat dieser Fällung wurde mit den Waschwässern der Manganfällung vereinigt und zur Trockne eingedampft. Die zurückbleibende Salzmasse, welche zum grössten Theil aus schwefelsaurem Ammon besteht, wurde mehrmals mit grossen Quantitäten absoluten Alkohols extrahirt.[1] Nach dem Abdestilliren dieser alkoholischen Auszüge hinterblieb ein syrupöser, schwarzbrauner Rückstand, aus welchem durch mehrfaches Umkrystallisiren aus Alkohol glasglänzende, gelbliche, harte Krystalle erhalten wurden, die bei 288° C. (uncorr.) schmelzen und in Wasser so gut wie unlöslich sind. Diese Substanz zeigt sauren Charakter; ihr Ammonsalz gibt weder mit Eisenvitriol, noch mit Eisenchlorid Färbungen; mit Kalk im Röhrchen erhitzt, entwickelt sich der charakteristische Geruch des Chinolins.

---

[1] Der ungelöste Rückstand enthält nur mehr Spuren organischer Substanz.

Nach alledem lag die Vermuthung nahe, dass dieselbe unveränderte *p*-Chinolinbenzcarbonsäure sei; eine Verbrennung bestätigte dies.

0·2483 *g* Substanz gaben 0·6303 *g* CO_2 und 0·0958 *g* H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_9H_6N.COOH$
C	69·23%	69·36%
H	4·28	4·04.

Diese Substanz zeigte aber trotz mehrfachem Umkrystallisiren aus Alkohol immer nur den Fp. 288 und nicht jenen der *p*-Chinolinbenzcarbonsäure, welcher nach Skraup bei 291° C. liegt. Um hierüber ins Klare zu kommen, wurde analysenreine *p*-Chinolinbenzcarbonsäure vom Fp. 291° durch langsames Auskrystallisiren aus Alkohol in jene Form gebracht, in welcher die bei 288° C. schmelzende Substanz zur Schmelzpunktbestimmung verwendet wurde. Unter diesen Umständen krystallisirte sie nun ebenfalls in glasglänzenden honiggelben Krystallen, die bei 288° C. schmolzen.

Es kann daher kein Zweifel sein, dass als Hauptproduct bei der Oxydation von *p*-Chinolinbenzcarbonsäure nur jener Theil derselben erhalten wurde, welcher sich der Oxydation entzogen hatte.

Daneben wurde nur das Vorhandensein einer sehr geringen Menge einer anderen Substanz in Form von gelblichen Flocken beobachtet.

Nun wurde jener Braunstein, welcher sich gegen das Ende der Oxydation ausgeschieden hatte, einer näheren Untersuchung unterzogen. Er wurde in Wasser suspendirt, mit gasförmiger schwefliger Säure in Lösung gebracht und diese Lösung mit Äther ausgeschüttelt. Nach dem Abdestilliren des Äthers hinterblieb eine Krystallmasse, die zum allergrössten Theil aus unveränderter *p*-Chinolinbenzcarbonsäure bestand. In den ersten ätherischen Ausschüttelungen befand sich aber wieder jene bereits erwähnte gelbflockige Substanz, von welcher noch weiter unten die Rede sein wird und die ich der Kürze halber mit *A* bezeichnen will.

Die mit Äther ausgeschüttelte wässerige Lösung wurde nun geradeso aufgearbeitet, wie die unmittelbar nach der Oxydation durch Filtriren von Braunstein getrennte Flüssigkeit; das heisst es wurde das Mangan gefällt, das Filtrat der Fällung eingedampft, dieser Rückstand mit Alkohol extrahirt und das von diesem aufgenommene einer näheren Untersuchung unterzogen.

Auch hier konnte nur das Vorhandensein einer geringen Menge der Substanz *A* constatirt werden. Diese zeichnet sich durch ihre grosse Unlöslichkeit in allen gebräuchlichen indifferenten Lösungsmitteln, aus welchen sie sich immer nur in Form von amorphen gelben Flocken abscheidet, aus. Sie konnte auf keinerlei Art in eine zur näheren Untersuchung geeignete Form gebracht werden. Da sie aber beim Erhitzen mit Kalk kein Pyridin gibt, so kann sie nicht Chinolinsäure sein.

Es ist daher nachgewiesen, dass bei der Oxydation von *p*-Chinolinbenzcarbonsäure unter den obigen Bedingungen keine Chinolinsäure gebildet wird.

Eine Wiederholung dieses Oxydationsversuches gab dasselbe Resultat.

Oxydation von *p*-Toluchinolin in verdünnt schwefelsaurer Lösung.

Nach der Methode von Skraup dargestelltes, vollkommen reines *p*-Toluchinolin wurde ganz so wie die entsprechende Carbonsäure oxydirt, nur kam etwas mehr Schwefelsäure in Anwendung, wodurch die Braunsteinausscheidung gegen Schluss der Reaction wegfiel.

Die Oxydation verläuft auch ebenso; es wurde nur beobachtet, dass sich schon beim Stehenlassen der nach vollendeter Oxydation erhaltenen Lösung jene Substanz *A* zum Theil abscheidet, und dass sie auch zum Theil in jener, hauptsächlich aus schwefelsaurem Ammon bestehenden Salzmasse enthalten ist, die man durch Eindampfen der vom Mangan befreiten Lösung erhält, falls diese Salzmasse nicht mit genügenden Mengen von Alkohol extrahirt wird.

Als Hauptproduct erhielt ich eine Substanz, die bei 288° C. (uncorr.) schmilzt, mit Kalk im Röhrchen erhitzt Chinolingeruch gibt und auch sonst alle Eigenschaften der *p*-Chinolinbenzcarbon-

säure zeigt. Die Analyse lieferte Zahlen, welche vollkommen auf diese Letztere stimmen.

Das *p*-Toluchinolin verhält sich daher bei der Oxydation in verdünnt schwefelsaurer Lösung der *p*-Chinolinbenzcarbonsäure vollkommen analog, indem auch hier keine Chinolinsäure gebildet wird.

Oxydation von *p*-Toluchinolin in eisessigsaurer Lösung.

10 *g* Toluchinolin wurden in 500 cm^3 Eisessig gelöst und unter Eiskühlung mit einer concentrirten wässerigen Lösung von Kaliumpermanganat oxydirt.

Die Oxydation fand unter starker Braunsteinausscheidung statt und war das Hauptproduct derselben wieder nur *p*-Chinolinbenzcarbonsäure und eine kleine Quantität der Substanz *A*.

Chinolinsäure oder überhaupt eine andere krystallisirbare Substanz wurde nicht gebildet.

Oxydation von *p*-Toluchinolin und *p*-Chinolinbenzcarbonsäure in concentrirt schwefelsaurer Lösung.

Es wurde die zu oxydirende trockene Substanz in einem grossen Überschuss[1] von englischer Schwefelsäure aufgelöst und in diese Lösung unter fortwährendem Umrühren feingepulvertes trockenes Kaliumpermanganat sehr allmälig und vorsichtig eingestreut.

Diese Versuchsanordnung hatte also den Zweck, das Wasser vollständig auszuschliessen.

Unter Entwicklung von violetten Dämpfen geht die Oxydation Anfangs ohne, später mit Ausscheidung einer geringen Quantität Braunstein vor sich, wobei ein Langsamerwerden derselben gegen das Ende zu deutlich wahrnehmbar ist.

Die Temperatur beträgt Anfangs 30—40° C., später steigt sie bis zu ungefähr 120° C.; dies hängt aber vollständig von dem mehr oder weniger raschen Hinzufügen des Permanganates ab. Ist dieses vollständig eingetragen, so wird noch einige Zeit am Wasserbad erhitzt, dann in Wasser aufgelöst und diese Lösung

---

[1] Auf 10 Theile *p*-Chinolinbenzcarbonsäure wurden 200—230 *g* Schwefelsäure genommen.

ganz so aufgearbeitet, wie dies bei der Oxydation der *p*-Chinolinbenzcarbonsäure in verdünnt schwefelsaurer Lösung beschrieben wurde.

Auch hier besteht das Reactionsproduct nur aus *p*-Chinolinbenzcarbonsäure und der Substanz *A*.

Nun wurden die Ana- und Orthochinolinbenzcarbonsäure und das Chinolin selbst auf dieselbe Weise oxydirt und geschah auch die Aufarbeitung der Reactionsproducte ganz so wie eben beschrieben.

Oxydation der *a*-Chinolinbenzcarbonsäure in concentrirt schwefelsaurer Lösung.

Im Reactionsproducte wurde nur das Vorhandensein unveränderter *a*-Chinolinbenzcarbonsäure nachgewiesen. Es entstand keine Chinolinsäure und wurde auch die Bildung der Substanz *A* nicht beobachtet.

Oxydation von *o*-Chinolinbenzcarbonsäure in concentrirt schwefelsaurer Lösung.

Das Reactionsproduct enthielt zwei Substanzen, die durch die verschiedene Löslichkeit ihrer Silbersalze in Wasser getrennt werden konnten.

Aus dem leichter löslichen Silbersalz wurde eine Säure in Form von weissen feinen Nadeln erhalten, welche bei 185° C. (uncorr.) schmilzt und im Röhrchen mit Kalk erhitzt den charakteristischen Geruch des Chinolins gibt. Sie ist daher unveränderte *o*-Chinolinbenzcarbonsäure, wie auch aus dem Verhalten ihres Ammonsalzes gegen Eisenvitriol hervorgeht. Versetzt man nämlich die mit Ammoniak genau neutralisirte Lösung dieser Substanz mit einer Lösung von Eisenvitriol, so färbt sie sich dunkelroth und scheidet sich nach einiger Zeit ein purpurrother Niederschlag ab, wobei die rothe Farbe der Flüssigkeit verblasst.

Aus dem schwerer löslichen Silbersalz erhielt ich eine Säure, die bei 222—225° C. (uncorr.) schmilzt, im Röhrchen mit Kalk erhitzt Pyridingeruch gibt und deren Lösung sich, mit Eisenvitriollösung versetzt, blutroth färbt.

Diese letztere Substanz ist daher Chinolinsäure.

Bei der Oxydation von *o*-Chinolinbenzcarbonsäure in concentrirt schwefelsaurer Lösung entsteht daher Chinolinsäure. Die Substanz *A* wurde nicht gebildet.

Oxydation von Chinolin in concentrirt schwefelsaurer Lösung.

Wie zu erwarten war, entstand hiebei Chinolinsäure, und zwar in relativ guter Ausbeute, trotzdem sich ein Theil des Chinolins der Oxydation entzogen hatte.

Aus den bisher mitgetheilten Versuchen folgt daher, dass sich von den der Oxydation unterworfenen Körpern nur die *o*-Chinolinbenzcarbonsäure dem Chinolin analog verhält, indem sie so wie dieses Chinolinsäure, allerdings in weit geringerer Menge, liefert.

Dass es nicht in allen Fällen gleichgiltig ist, ob man die Oxydation in verdünnt schwefelsaurer Lösung oder in concentrirt schwefelsaurer Lösung, also bei Gegenwart oder bei Abwesenheit von Wasser vor sich gehen lässt, beweist der folgende Versuch.

Oxydation von Chinolin in verdünnt schwefelsaurer Lösung.

Es wurde geradeso operirt, wie bei der ersten Oxydation der *p*-Chinolinbenzcarbonsäure angegeben worden ist (siehe oben); auch die Aufarbeitung des Reactionsproductes geschah in analoger Weise.

Neben unverändertem Chinolin wurde nur eine krystallisirte Substanz gewonnen. Dieselbe war mit einer sehr geringen Menge einer anderen, welche viel Ähnlichkeit mit der als Substanz *A* bezeichneten zeigte, verunreinigt. Durch vielfaches Umkrystallisiren aus Wasser wurde nun die erstgenannte in Form von weissen feinen Nädelchen erhalten, die meist büschelförmig gruppirt waren.

Diese Substanz zeigt sauren Charakter, ist in heissem Wasser leicht löslich und gibt, im Röhrchen mit Kalk geglüht, Chinolingeruch.

Bei der Verbrennung gab sie folgende Zahlen:

0·195 *g* Substanz gaben 0·4932 *g* CO_2 und 0·0683 *g* H_2O.

	Gefunden	Berechnet für C_9H_6NCOOH
C	68·97%	69·36%
H	3·89	4·04.

Hieraus folgt, dass diese Substanz eine Chinolincarbonsäure ist. Sie schmilzt bei 246° C. (uncorr.); ihr salzsaures Salz krystallisirt in gut ausgebildeten triklinen Prismen und kann, ebenso wie die Platindoppelverbindung, leicht in messbaren Krystallen erhalten werden.

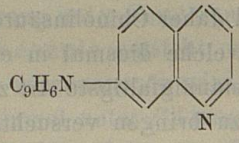
Diese Eigenschaften stimmen nun vollständig auf die von Skraup und Brunner[1] beschriebene Metachinolinbenzcarbonsäure.

Während also bei der Oxydation von Chinolin in concentrirt schwefelsaurer Lösung Chinolinsäure gebildet wird, entsteht bei der Oxydation in verdünnt schwefelsaurer Lösung Metachinolinbenzcarbonsäure.

Um dem eventuellen Einwand, dieses überraschende Resultat sei auf eine Verunreinigung des zur Oxydation verwendeten Chinolins zurückzuführen, von vornherein zu begegnen, stellte ich Chinolin aus reiner Cinchoninsäure dar, reinigte es durch Fractionirung und unterwarf es der Oxydation unter den oben beschriebenen Bedingungen.

Es entstand auch diesmal dieselbe Substanz.

Es kann die Entstehung derselben nur so erklärt werden, dass man die intermediäre Bildung eines Dichinolyls von der Formel



annimmt, welches durch gelinde Oxydation des Chinolins nach folgender Gleichung gebildet werden müsste:

$$C_9H_6N\overline{|H|}+\overline{|H|}.C_9H_6N+O = C_9H_6N-C_9H_6N+H_2O.$$

[1] Monatshefte für Chemie, S. 142—144.

Da aus der *p*-Chinolinbenzcarbonsäure bei keinem der oben beschriebenen Oxydationsversuchen Chinolinsäure erhalten worden war, so wurde sie nun in alkalischer Lösung oxydirt.

Oxydation von *p*-Chinolinbenzcarbonsäure in alkalischer Lösung.

8 *g* der Säure wurden in Kalilauge gelöst, mit 150 cm^3 Wasser verdünnt und mit einer 5%igen Lösung von 40 *g* Kaliumpermanganat oxydirt.

Die Oxydation geht Anfangs bei Handwärme sehr rasch von statten; erst nachdem etwa ein Viertel des Oxydationsmittels zugesetzt ist, fängt sie an langsamer zu werden. Nachdem circa die Hälfte des Permanganats verbraucht ist, tritt Braunsteinausscheidung ein. Von diesem Punkt an wurde die Oxydation am Wasserbad weitergeführt.

Nach vollendeter Oxydation wurde filtrirt, der Braunstein mit Wasser ausgekocht, die ganze Flüssigkeit auf einen Liter gebracht und in einem aliquoten Theil eine quantitative Kaliumbestimmung gemacht. Nun wurde die Flüssigkeit mit der berechneten Menge Schwefelsäure versetzt, wobei eine der gefällten Kieselsäure ähnliche, sehr voluminöse Ausscheidung einer Substanz stattfand, die sich als identisch mit der bei der Oxydation von *p*-Chinolinbenzcarbonsäure in saurer Lösung entstehenden Substanz *A* erwies.

Im Filtrate dieser Fällung befand sich neben einer geringen Menge von *A* ein Körper, welcher nach entsprechender Reinigung bei 226—227° C. (uncorr.) schmilzt, mit Eisenvitriol in wässeriger Lösung eine blutrothe Färbung und, mit Kalk im Röhrchen erhitzt, Pyridingeruch gibt und daher Chinolinsäure ist.

Die Substanz *A*, welche diesmal in etwas grösserer Menge vorlag, wurde auf die mannigfaltigste Art zu reinigen, respective in krystallisirte Form zu bringen versucht. Es gelang dies nur auf die folgende Weise: Man kocht dieselbe zuerst durch längere Zeit hindurch mit Alkohol, dem man etwas Eisessig zusetzt; dadurch wird sie von einer geringen Menge eines gelbrothen Farbstoffes befreit, welcher in diesem Lösungsmittel löslich ist. Hiebei geht aber auch ein beträchtlicher Theil der Substanz *A* selbst in Lösung, so dass diese Art der Reinigung einen grossen

Substanzverlust bedingte. Löst man nun den graugefärbten Rückstand in Kalilauge und säuert mit Salzsäure an, so wird die Substanz in amorphen schmutzigen Flocken gefällt. Wenn man aber ihre alkalische Lösung in sehr stark verdünntem, kochend heissem Zustande mit einem Überschuss von Salzsäure versetzt und dann längere Zeit ruhig stehen lässt, so scheidet sie sich in Form von schwach bräunlichen feinen Krystallnadeln ab.

Da in Folge der geringen Quantität dieser Ausscheidung an eine völlige Reinigung nicht gedacht werden konnte, so beschränkte ich mich darauf, eine Reihe von Reactionen durchzuführen, um wenigstens im Allgemeinen eine Idee von der Natur dieser Substanz zu bekommen.

Entscheidend war nun ihr Verhalten beim Erhitzen im Röhrchen mit Kalk. Es entwickelte sich nämlich hiebei ein Geruch, welcher von dem des Nitrobenzols nicht zu unterscheiden war!

Der Rest der Substanz wurde nun mit Zink und Salzsäure reducirt und das hiebei erhaltene Product ebenfalls mit Kalk geglüht. Es entstand ein Destillat, das den charakteristischen Geruch des Anilins zeigte und durch Chlorkalklösung violett gefärbt wurde.

Die Substanz *A* ist daher eine Carbonsäure des Nitrobenzols.

Ihre schwere Löslichkeit in allen Lösungsmitteln (mit Ausnahme der Alkalien) und die geringe Neigung zur Krystallisation müssen auf die Beimengung des bereits erwähnten gelbrothen Farbstoffes zurückgeführt werden.

Während also bei der Oxydation der *p*-Chinolinbenzcarbonsäure in saurer Lösung unter Zerstörung des Pyridinringes ein Derivat des Nitrobenzols entsteht, verläuft sie, wenn sie in alkalischer Lösung vorgenommen wird, in zwei verschiedenen Richtungen, indem einmal unter Bildung von Chinolinsäure der Benzolkern, das andere Mal, unter Bildung einer Carbonsäure des Nitrobenzols, der Pyridinring zerstört wird.

Um zu sehen, ob der Verlauf der Oxydation auch von der Natur der substituirenden Gruppe beeinflusst wird, wurde noch folgender Versuch angestellt:

Oxydation der *p*-Chinolinsulfosäure in alkalischer Lösung.

Diese geschah in ganz derselben Weise wie bei der entsprechenden Carbonsäure.

Gleich Anfangs zeigte sich nun, dass die Oxydation in anderer Weise vor sich geht. Während bei der Oxydation der *p*-Chinolinbenzcarbonsäure erst nach Zugabe der Hälfte des Oxydationsmittels Braunsteinausscheidung eintrat, geschah dies hier schon, nachdem nur ein Zehntel des zur Oxydation genommenen Permanganats zur Anwendung kam. Überhaupt liess sich die erstere viel leichter oxydiren.

Als nach beendigter Oxydation vom Braunstein filtrirt und mit Schwefelsäure versetzt wurde, trat keine gallertige Ausscheidung wie bei der *p*-Chinolinbenzcarbonsäure ein.

Nachdem der ausgeschiedene Braunstein frei von organischer Substanz war, wurde bloss die Lösung einer näheren Untersuchung unterzogen.

Zu diesem Zwecke wurde sie mit der berechneten Menge Schwefelsäure versetzt und am Wasserbad auf ein kleines Volum gebracht. Hiebei schied sich ein Theil des in Lösung befindlichen Kaliumsulfats ab.

Es wurde filtrirt und das noch in Lösung befindliche Kaliumsulfat durch Alkohol gefällt. Hiebei zeigte sich aber, dass auch ein Theil der organischen Substanz mitgefällt wird. Durch oftmaliges fractionirtes Krystallisiren konnten aus dieser Fällung zwei organische Substanzen isolirt werden: die eine erwies sich als Oxalsäure, die zweite, welche in sehr geringer Menge vorhanden war, zeigte das bereits oben beschriebene Verhalten der Substanz *A*.

Die Mutterlauge der Fällung mit Alkohol enthielt neben unveränderter *p*-Chinolinsulfosäure eine höchst geringe Menge von Chinolinsäure, die durch die Löslichkeit, den Habitus, den Schmelzpunkt (226—227° C.) durch die Eisenvitriolreaction und durch das Glühen mit Kalk als solche erkannt wurde.

Bei der Oxydation der *p*-Chinolinsulfosäure in alkalischer Lösung wurde daher als Reactionsproduct Oxalsäure, ferner in sehr geringer Menge Chinolinsäure und die Substanz *A*, neben unveränderter Sulfosäure, nachgewiesen.

Aus den Resultaten der mitgetheilten Versuche lassen sich nun nachstehende Folgerungen ziehen:

1. Die im Benzolkern substituirten Derivate des Chinolins, sowie auch dieses selbst, geben nicht unter allen Umständen bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat Chinolinsäure. So gibt, in concentrirt schwefelsaurer Lösung oxydirt, weder die *a*-Chinolinbenzcarbonsäure, noch das *p*-Toluchinolin und die demselben entsprechende Carbonsäure Chinolinsäure. Das *p*-Toluchinolin und die *p*-Chinolinbenzcarbonsäure geben auch unter anderen Umständen, bei der Oxydation mit Permanganat in saurer Lösung, keine Chinolinsäure.

2. Der Verlauf der Oxydation ist verschieden, je nach den Bedingungen, unter welchen sie vorgenommen wird.

Am eclatantesten zeigt sich dies beim Chinolin selbst, welches bei der Oxydation in concentrirt schwefelsaurer Lösung Chinolinsäure, bei jener in verdünnt schwefelsaurer Lösung *m*-Chinolinbenzcarbonsäure gibt.

3. Der Verlauf der Oxydation von im Benzolkern substituirten Chinolinderivaten hängt ferner von der Stellung der substituirenden Gruppen ab. Denn während bei der Oxydation in concentrirt schwefelsaurer Lösung aus *o*-Chinolinbenzcarbonsäure eine allerdings geringe Menge von Chinolinsäure gebildet wird, geben die Ana- und Parachinolinbenzcarbonsäure bei derselben Reaction keine Spur dieser Substanz.

4. Der Verlauf der Oxydation hängt schliesslich auch von der Natur der substituirenden Gruppen ab. Denn während die Oxydation der *p*-Chinolinbenzcarbonsäure in alkalischer Lösung sehr leicht und vollständig unter Bildung von Chinolinsäure und einer Carbonsäure des Nitrobenzols verläuft, kann die entsprechende Sulfosäure, trotz einem kleinen Überschusse an Oxydationsmittel, nicht vollständig oxydirt werden, da hier die Oxydation nur unter tieferem Eingriff in das Molekül — wie die reichliche Bildung von Oxalsäure beweist — vor sich geht.

Die Untersuchung wird nicht fortgesetzt.

Über das Gentisin

(II. Mittheilung)

von

St. v. Kostanecki und E. Schmidt.

Aus dem chemischen Laboratorium der Universität Bern.

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Juni 1891.)

In der von dem Einen von uns vor Kurzem vorgelegten Mittheilung über denselben Gegenstand wurde das Gentiseïn beschrieben, welches durch Abspaltung einer Methylgruppe aus dem Gentisin entsteht. Um nun die damals ausgesprochene Ansicht, dass das Gentisin ein Methyläther des Gentiseïns ist, zu beweisen, haben wir es unternommen, sowohl das Gentisin als auch das Gentiseïn zu methyliren, in der Hoffnung, von beiden Körpern zu demselben Gentiseïntrimethyläther zu gelangen. Der Versuch hat insofern der Erwartung entsprochen, als wir aus beiden Substanzen dasselbe Endproduct erhalten haben, wodurch die Auffassung des Gentisins als Gentiseïnmonomethyläther bewiesen ist; indessen erwies sich das methylirte Product nicht als der erwartete Trimethyl-, sondern als ein Dimethyläther des Gentiseïns.

Gentiseïndimethyläther (Gentisinmonomethyläther), $C_{13}H_5O_2(OCH_3)_2(OH)$.

Die Methylirung des Gentisins geschah folgendermassen: Ein Molekül Gentisin wurde mit zwei Molekülen Kalihydrat und etwas mehr als zwei Molekülen Jodmethyl in methylalkoholischer Lösung einige Stunden lang im Rohre auf 100° erhitzt. Das Reactionsproduct bildete eine gelbe Krystallmasse, welche wir, um sie von unangegriffenem Gentisin zu befreien, mit warmer,

verdünnter Natronlauge behandelten. Der grösste Theil blieb hiebei ungelöst und erwies sich als das Alkalisalz einer neuen Verbindung, welche durch Übergiessen des gelben Salzes mit verdünnter Salzsäure als schwach gelb gefärbte Masse erhalten wurde. Zur Reinigung eignet sich mehrmaliges Umkrystallisiren aus Eisessig, in dem der neue Körper leicht löslich ist. Wir erhielten hiebei breite, hellgelb gefärbte Nadeln, welche bei 167° schmolzen und bei der Analyse die einem monomethylirten Gentisin entsprechenden Zahlen lieferten.

0·2440 *g* Substanz gaben 0·5926 *g* CO_2 und 0·0990 *g* H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_{15}H_{12}O_5$
C.....	66·23%	66·17%
H.....	4·54	4·41

Der Gentisinmethyläther ist in Alkohol schwer löslich. Mit Natriumamalgam liefert er keine Reaction, wodurch er sich sowohl vom Gentisin, als auch vom Gentiseïn unterscheidet. Sehr charakteristisch für diese Verbindung sind die schwer löslichen Alkalisalze, welche durch Zusatz von verdünntem Alkali zu einer alkoholischen Lösung des Äthers als intensiv gelbe Niederschläge erhalten werden.

Dieses Verhalten entspricht der bereits ausgedrückten Vermuthung, dass das Gentisin ein Xanthonderivat ist. Auch bei den Oxyxanthonen, welche nur ein Hydroxyl enthalten, sind äusserst schwer lösliche Alkalisalze von Michael[1] beobachtet worden. So beim *m*-Oxyxanthon (Salicylresorcinäther) und beim *m*-Oxytoluxanthon (Salicylresorcinäther).

Ganz dasselbe Product wie aus dem Gentisin erhielten wir auch durch Methylirung des Gentiseïns, welche unter denselben Bedingungen wie beim Gentisin ausgeführt wurde.

Die methylirten Verbindungen lieferten dieselben schwer löslichen Alkalisalze, besassen den gleichen Schmelzpunkt und gaben beim Acetyliren völlig identische Monoacetylproducte.

---

[1] Americanchemical Journal, 5, 91.

Acetylgentiseïndimethyläther, $C_{13}H_5O_2(OCH_3)_2(OCOCH_3)$.

Zum Acetyliren benützten wir Essigsäureanhydrid und entwässertes Natriumacetat. Das erhaltene Acetylproduct krystallisirte aus Alkohol, von dem es in der Hitze leicht aufgenommen wurde, in blendend weissen, zu Gruppen vereinigten Nadeln. Dieselben schmolzen bei 189° und lieferten bei der Analyse gut mit der Theorie stimmende Zahlen.

Acetylgentisinmonomethyläther:

0·2190 *g* Substanz gaben 0·5221 *g* CO_2 und 0·0927 *g* H_2O.

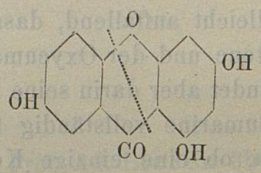
Acetylgentiseïndimethyläther:

0·2182 *g* Substanz gaben 0·5205 *g* CO_2 und 0·0950 *g* H_2O.

	Gefunden		Berechnet für $C_{17}H_{14}O_7$
C.....	65·02	65·06%	64·97%
H.....	4·70	4·83	4·46

Das Verhalten des Gentiseïns beim Methyliren, wobei nicht alle Hydroxyle durch Methylgruppen ersetzt werden, erinnert in hohem Grade an das Quercetin, welches nach den Angaben von Herzig gleichfalls mehr Acetyl- als Methylgruppen aufnimmt. Es wurde bereits in der ersten Mittheilung über das Gentisin betont, dass das Gentiseïn eine Reihe von Eigenschaften mit den in der Natur vorkommenden gelben Farbstoffen theilt. Mit keinem derselben tritt die Ähnlichkeit so stark hervor, wie mit dem allerdings am ausführlichsten untersuchten Quercetin. Nicht nur die Lösungsverhältnisse, der Krystallwassergehalt, die farblose Acetylverbindung, sondern auch das bemerkenswerthe Verhalten beim Methyliren sind bei beiden Verbindungen ganz ähnlich. Vor allem aber sind die schwer löslichen Alkalisalze der Methyläther charakteristisch. Allerdings gibt Herzig an, dass das Kaliumsalz des Quercetinhexamethyläthers alles Kali an Alkohol oder Wasser abgibt. Das Natriumsalz des Gentiseïndimethyläthers ist hingegen beständiger. Dasselbe behält nämlich auch beim Kochen mit Wasser seine intensiv gelbe Farbe, gerade so wie das Natriumsalz des *m*-Oxyxanthons.

Über die Stellung der drei Hydroxyle im Gentiseïn könnte man sich auf Grund der von Hlasiwetz und Habermann bei der Kalischmelze der Verbindung erhaltenen Spaltungsproducte eine Vorstellung machen. Da diese Forscher die Bildung von Phloroglucin und von Hydrochinoncarbonsäure dabei nachgewiesen haben, so könnte dem Gentiseïn die Formel



entsprechen.

So verlockend aber auch diese Vermuthung sein mag, sprechen doch gewichtige Gründe gegen die obige Constitutionsformel des Gentiseïns. Das Gentiseïn färbt nämlich gebeizte Stoffe an, dürfte also zwei Hydroxyle in der Orthostellung enthalten, was nach der obigen Formel nicht der Fall wäre. Die Annahme, dass bei den Oxyxanthonen die für die phenolartigen Farbstoffe aufgestellte Regelmässigkeit im Färben nicht stattfindet, ist nach den bisher bekannten Thatsachen unwahrscheinlich. Da im hiesigen Laboratorium eine vereinfachte Darstellungsweise dieser Körper vor einiger Zeit gefunden worden ist, so wurde eine Reihe neuer Oxyxanthone gewonnen und auf ihr Färbevermögen untersucht. Hiebei wurde constatirt, dass alle diese Körper, wenn sie nicht zwei Hydroxyle in der Orthostellung enthalten, gebeizte Baumwolle nicht anfärben.

Dasselbe findet auch bei den mit den Oxyxanthonen nahe verwandten Oxyketonen statt.

Durch die Güte des Herrn Prof. Nencki ist uns eine Anzahl von Vertretern dieser letzteren Körperclasse zur Verfügung gestellt worden. Ohne die einzelnen Oxyketone hier aufzuzählen, mag die Angabe genügen, dass für alle von Nencki und seinen Schülern dargestellten Oxyketone die oben erwähnte Regelmässigkeit ohne eine einzige Ausnahme gilt.

Selbst bei den Oxycumarinen, welche das Chromophor CO nicht direct an den Benzolring gebunden enthalten, wurde von Herrn v. Tobel im hiesigen Laboratorium dasselbe Verhalten

beobachtet. Dieselben sind beizenziehende Farbstoffe, wenn sie zwei Hydroxyle in der Orthostellung enthalten. Das Äsculetin und das Daphnetin färben gebeizte Stoffe, wenn auch schwach, so doch unverkennbar an. Dagegen vermögen die mittelst Hydrochinon, Resorcin und Phloroglucin nach der Pechmann'schen Synthese dargestellten Oxycumarine keine Färbungen auf Beizen zu erzeugen.

Es erscheint vielleicht auffallend, dass man den Farbstoffcharakter der Oxyketone und der Oxycumarine bis vor Kurzem übersehen hat. Dies findet aber darin seine Erklärung, dass viele Oxyketone und Oxycumarine vollständig farblos sind. Es war ja lange Zeit fraglich, ob eine einzige Ketongruppe noch als Chromophor functioniren könnte. Eine solche Frage lässt sich heute leicht entscheiden. In der Überführung des fraglichen Körpers in das orthodihydroxylirte Derivat liegt eine Methode vor, um sicher festzustellen, ob jener Körper die Rolle eines Chromogens übernehmen könne oder nicht.

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine Abhandlung von Dr. K. Natterer, Chemiker der Tiefseeexpedition auf S. M. Schiff „Pola“ im Sommer 1890, betitelt: „Chemische Untersuchungen im östlichen Mittelmeere I.“[1]

Die analysirten 80 Wasserproben stammten von verschiedenen Stellen des Jonischen Meeres bis zur Küste Nord-Afrika's (Barka).

Die Vorbereitungen zur Expedition, sowie die Untersuchung der nach Hause gebrachten Wasserproben geschahen im Wiener Universitätslaboratorium des Prof. Ad. Lieben.

Je nach der von den einzelnen Schöpfapparaten gelieferten Wassermenge sind die Analysen bald mehr, bald weniger vollständig.

Am Bord der „Pola“ wurde mit Hilfe von titrirten Lösungen bestimmt: Sauerstoff (nach L. W. Winkler durch Titration der äquivalenten Menge Jod, freigemacht aus Jodkalium durch Vermittlung von Mangano-, respective Manganihydroxyd), — Kohlensäure (nach H. Tornøe durch Versetzen des Meerwassers mit titrirter Salzsäure und Wegkochen der gesammten Kohlensäure, selbe aufgefangen und bestimmt in titrirtem Barytwasser, sowie durch Feststellung derjenigen Salzsäuremenge, welche zur Neutralisation von mit Kohlensäure verbunden gewesener Base verbraucht worden: ganz gebundene Kohlensäure), — Ammoniak (colorimetrisch mit Nessler'schem Reagens nach Destillation mit Magnesia), — bei Oxydation der stickstoffhältigen organischen

[1] Akadem. Anzeiger Nr. XVII, 1891.

Substanz des Meerwassers sich bildendes Ammoniak (Destillationsrückstand von der Ammoniakbestimmung mit alkalischer Lösung von übermangansaurem Kalium versetzt, weiter destillirt und das Destillat wiederum mit Nessler'schem Reagens auf Ammoniak geprüft), — bei Oxydation organischer Substanz verbrauchter Sauerstoff (durch Erwärmen mit einer titrirten, alkalisch gemachten Lösung von übermangansaurem Kalium und Bestimmung des von derselben an das Meerwasser abgegebenen Sauerstoffes), — salpetrige Säure (durch colorimetrische Schätzung der immer nur ganz geringen Blaufärbung nach Zusatz von Jodzinkstärkelösung und Schwefelsäure). Salpetersäure und Schwefelwasserstoff konnten durch Diphenylamin und concentrirte Schwefelsäure, respective durch alkalische Bleilösung und durch Nitroprussidnatrium nicht nachgewiesen werden.

In den nach Wien gebrachten Wasserproben wurden bestimmt: Chlor (durch Wägung des Silberniederschlages), — Schwefelsäure (durch Wägung des Baryumniederschlages), — Brom (nach Berglund durch Austreiben aus dem mit übermangansaurem Kalium und saurem schwefelsauren Kalium versetzten Meerwasser mittelst eines Luftstromes, Absorption in Natronlauge und Wägen als Bromsilber), — Calcium (durch Wägung des Oxalates), — Magnesium (durch Wägung des Pyrophosphates), — Kalium (durch Wägung der nach Finkener-Dittmar erhaltenen äquivalenten Platinmenge), — Natrium (durch Abrauchen von Meerwasser mit Schwefelsäure und Wägen des Sulfatrückstandes, der — abgesehen von den nur spurenweise im Meerwasser enthaltenen Salzen — besteht aus Na_2SO_4, $MgSO_4$, $CaSO_4$ und K_2SO_4; da Mg, Ca und K bestimmt waren, konnte Na ausgerechnet werden). Die Gesammtmenge der im Meerwasser gelösten Salze wurde — ausser durch Summiren der Einzelbestimmungen — auch direct nach Tornøe ermittelt durch Glühen und Wägen des Abdampfungsrückstandes unter Anbringung einer Correctur für die beim Glühen weggegangene Menge von Kohlensäure und Chlor. Von 28 Wasserproben wurde mittelst Pyknometer das specifische Gewicht bestimmt.

Der Abhandlung liegen bei sechs Tabellen und eine Karte des Jonischen Meeres mit der Route und denjenigen Beobachtungspunkten der „Pola", an welchen die analysirten Wasserproben — aus verschiedenen Tiefen — geschöpft wurden.

Das Verhältniss der einzelnen Mineralbestandtheile des Meerwassers zu einander wurde fast constant gefunden. Auch die Schwankungen im Gehalte an den einzelnen gelösten Gasen sind nicht gross.

Nur in dem vom Grunde des Jonischen Meeres mit dem Loth heraufgeholten, von den festen Theilchen abfiltrirten Wasser wurde — und zwar in Bezug auf organische Substanz und auf Ammoniak — Besonderes gefunden.

Leicht oxydable organische Substanz ist in diesem Wasser manchmal so viel enthalten, dass zu ihrer Oxydation der daneben vorhandene freie Sauerstoff nicht ausreicht. Würde ein solches Wasser durch lange Zeit von der Luft abgeschlossen bleiben (z. B. dadurch, dass das Oberflächenwasser bei starkem Zuflusse von Süsswasser zu leicht würde, um untersinken zu können), so käme wahrscheinlich nach Verbrauch des freien Sauerstoffes der gebundene Sauerstoff der Sulfate zur Oxydation der organischen Substanz an die Reihe, und es entstünde Schwefelmetall, respective Schwefelwasserstoff.

Das Ammoniak, welches stellenweise in verhältnissmässig grosser Menge am Grunde des Jonischen Meeres gefunden wurde und von welchem neue Mengen bei der Oxydation des stickstoffhältigen Theiles der organischen Substanz entstehen würden, dürfte dort — und vielleicht auch anderwärts — mitwirken bei der Bildung von geologischen Schichten, insofern es im Meerwasser Niederschläge hervorruft.

BIBLIOTHEK
No
DER WIRTH. HANDELS-AKADEMIE

Über Einwirkung von Jodwasserstoff auf Chinin und das Isochinin

von

Ed. Lippmann und F. Fleissner.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Ed. Lippmann an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. Juni 1891.)

Die Verbindungen von Cinchonin mit drei Molekülen Chlor wie Bromwasserstoffsäure sind zuerst von Zorn[1] dann von Skraup[2] beobachtet und beschrieben worden. Letzterer sprach bereits die Vermuthung aus, dass zwei Moleküle der Säure wie in den sauren Salzen der Chinabasen gebunden seien, dass aber das dritte Molekül der Säure durch Lösung einer doppelten Bindung zweier Kohlenstoffatome sich an diese angelagert habe.

Chinin verhält sich nach den Versuchen von Königs und Comstock[3] ganz analog dem Cinchonin. Auch hier können Verbindungen von der Zusammensetzung $C_{20}H_{24}N_2O_2\,3HBr$ und $C_{20}H_{24}N_2O_2\,3HCl$ dargestellt werden. Auch hier sind zwei Moleküle Säure an den Stickstoff getreten, während ein Molekül durch Lösung einer doppelten Bindung zweier Kohlenstoffatome von diesen letzteren gebunden gedacht werden soll.

Da wir annehmen, dass das Chininmolekül aus zwei Atomcomplexen $CH_3O—C_9H_6N$ und dem hydrirten $C_{10}H_{15}NO$ besteht und erfahrungsgemäss sich weder Chinolin noch seine Derivate in dieser Weise mit Halogensäuren vereinigen, so muss der Eintritt der Chlor- oder Bromwasserstoffsäure im Atomcomplexe

[1] Annalen von Liebig, S. 201.

[2] J. f. pr. Chemie, [2] 8. Bd.

[3] Berichte, Bd. 20, S. 2519.

$C_{10}H_{15}NO$ erfolgt sein. Nach den grundlegenden Arbeiten von v. Baeyer[1] verhalten sich theilweise hydrirte Säuren, wie die Dihydro- oder Tetrahydroterephtalsäuren, wie gewöhnliche ungesättigte Säuren, wie Zimmt- oder Fumarsäure, indem sie ein Molekül Brom addiren. Dies spricht für die Vermuthung, dass die Anlagerung der Halogenverbindungen im hydrirten Theile erfolgt sei.

Die nachfolgenden Versuche mit Jodwasserstoff wurden in der Voraussetzung unternommen, dass, wie dies durch weiter unten folgende Thatsachen gerechtfertigt wird, der an zwei Kohlenstoffatome gebundene Jodwasserstoff weniger fest gebunden sei, also leichter durch alkoholisches Kali eliminirt werden könne, wie Chlor und Bromwasserstoffsäure. Während sich diese Säuren nur verhältnissmässig schwierig anlagern, erfolgt die Addition der Jodwasserstoffsäure überraschend leicht.

Hydrojodchininjodhydrat $C_{20}H_{24}N_2O_2 3HJ$.

Die Bildung dieser Verbindung erfolgt beim Erwärmen mit einer rauchenden Säure von der Dichte 1·7—1·8. Die zuerst zur Anwendung gebrachte Chininverbindung war das käufliche Chininsulfat von Boeringer & Söhne in Mannheim. Beim geringen Erwärmen mit sehr verdünnter Jodwasserstoffsäure erfolgt sofort Jodausscheidung, begleitet von Bildung brauner Substanzen.

Zur Darstellung der Chininbase wurde das käufliche Sulfat durch Ammon gefällt und das Ammoniumsulfat durch Waschen entfernt. Bei kleinen Mengen ist das Ausschütteln mit Äther bequem; grössere Quantitäten hingegen können durch Waschen und Absaugen kaum hinreichend rein erhalten werden. Auf alle Fälle muss die Base auf ihren Gehalt an Schwefelsäure geprüft werden, da selbst geringe Mengen derselben die Ausbeute und Reinheit des Jodids sehr beeinträchtigen. Da nun die Darstellung der reinen Base sich etwas umständlich erweist, so haben wir das durch Fällung mit Chlorbaryum dargestellte Chininchlorhydrat verwendet.

Ob nun die Chinabase oder das letztere Product in concentrirter Jodwasserstoffsäure eingetragen werden, in beiden Fällen

---

[1] Berichte, Bd. 19.

erfolgt Lösung; hierauf erwärmt man am Wasserbade; schon nach kurzer Zeit erfolgt die Bildung eines gelben, schweren, krystallinischen Niederschlages, dessen Menge bedeutend zunimmt. Nachdem man 1—2 Stunden in dieser Weise verfahren, wird einige Stunden erkalten gelassen, wo dann bei gut gewählten Verhältnissen der Kolbeninhalt gewöhnlich zu einem Krystallbrei erstarrt, der über Glaswolle filtrirt, mit Jodwasserstoffsäure gewaschen, ein Filtrat liefert, welches auf Zusatz von concentrirter Jodwasserstoffsäure beim weiteren Kochen neue Mengen Jodids fallen lässt.

Zur weiteren Reinigung wird der Niederschlag so lange mit Weingeist gewaschen, bis die freie Säure entfernt ist, dann mit demselben Mittel ausgekocht und erweist sich dann hinreichend rein. Derselbe besteht aus hellgelben Prismen, die sich bei 215° zu zersetzen beginnen und bei 230° unter Aufbrausen schmelzen, in kaltem Wasser schwer, in heissem dagegen nur unter Zersetzung leichter löslich sind. Alkohol löst nur wenig, kann aber doch zum Krystallisiren dieser Verbindung dienen.

0·4400 *g* gaben, mit Silbernitrat und Salpetersäure zersetzt, 0·4404 *g* Jodsilber.

	Berechnet für $C_{20}H_{24}N_2O_2 3HJ$	Gefunden
J	53·81	54·06.

Hydrojodchinin. Man reibt die vorher beschriebene Verbindung mit verdünntem Ammon, bis der Geruch des letzteren bleibend ist. Man erhält eine weisse krystallinische Masse, welche mit Äther ausgeschüttelt wird. Dieser wird mit Chlorcalcium getrocknet. Beim Abdestilliren desselben hinterbleibt eine amorphe opake Substanz, die in wenig Benzol gelöst und durch Eingiessen in Petroleumäther gefällt wird. Feine Nädelchen, die bei 95° C. zu erweichen beginnen und später sich zersetzen, die beim Erhitzen mit Silbernitratlösung unter Jodsilberbildung sich vollkommen zersetzen. Wasser löst nichts, dagegen nimmt Alkohol und Äther leicht diese Substanz auf, während Petroleumäther

dieselbe aus den obigen Mitteln fällt.[1] Säuren bilden lösliche Salze, Jodwasserstoff regenerirt das Hydrojodchininjodhydrat.

0·29 *g* gaben, mit Silbersalpeter und Salpetersäure erhitzt, 0·1526 *g* Jodsilber.

	Gefunden	Berechnet für $C_{20}H_{24}N_2O_2HJ$
J	28·40	28·09.

Chloroplatinat. Wird eine kalte salzsaure Lösung dieses Jodhydrates mit Platinchlorid gefällt, so erhält man das Platinsalz in hellbraunen Kryställchen, die Krystallwasser enthalten.

0·594 *g* verloren bei 105° C. getrocknet 0·0245 *g* Wasser.
0·5695 *g* der wasserfreien Substanz hinterliessen beim Glühen 0·1271 *g* Platin.

	Gefunden	Berechnet für $C_{20}H_{24}N_2O_2HJ+PtCl_6H_2+2H_2O$
H_2O...	4·01	4·12
Pt	22·31	22·56.[2]

Hydrojodapochinin. Entsteht, wenn das Hydrojodchininjodhydrat mit rauchender, bei 0° C. gesättigter Jodwasserstoffsäure unter Druck einige Stunden bei 100° C. erhitzt wird. Das Jodid, welches sich anfangs nicht löst, verschwindet allmälig unter Abscheidung von Jodmethyl. Beim Erkalten krystallisirt das Hydrojodapochininjodhydrat $C_{19}H_{22}N_2O_2\,3HJ$ in gelben undeutlichen Krystallen, welche aus Weingeist umkrystallisirt sich bei 120° zu verfärben beginnen und bei 237° unter starker Zersetzung schmelzen.

0·285 *g* Jodverbindung gaben mit Höllenstein und Salpetersäure erhitzt 0·2919 *g* Jodsilber.

	Gefunden	Berechnet für $C_{19}H_{22}N_2O_2\,3HJ$
J	55·25	54·89.

Die Verbindung ist in heissem Wasser ziemlich leicht löslich, fällt beim Erkalten amorph und wird aus ersterem durch über-

[1] Die wasserfreie Substanz ist dagegen in Äther schwieriger löslich.
[2] Auf wasserfreies Salz bezogen.

überschüssige Lauge nicht gefällt. Mit Ammon werden nur zwei Moleküle Säure abgespalten und das Hydrojodapochinin $C_{19}H_{22}N_2O_2HJ$ gebildet. Dasselbe wurde mit Äther ausgeschüttelt, die getrocknete ätherische Lösung destillirt. Bei genügender Concentration scheidet sich das Hydrojodid in kleinen in Äther schwierig, dagegen leicht in Alkohol löslichen Kryställchen aus.

0·4375 *g* gaben mit salpetersaurem Silber und Salpetersäure erhitzt 0·2336 *g* Jodsilber.

	Gefunden	Berechnet für $C_{19}H_{22}N_2O_2HJ$
J	28·85	29·03.

Chloroplatinat. Fällt auf Zusatz von Platinchlorid Anfangs flockig, geht aber beim Erhitzen in ein braunes schweres Krystallpulver über, welches sehr schwer löslich in heissem Wasser ist. Das lufttrockene Salz hält ein Molekül Krystallwasser zurück.

0·5700 *g* verloren beim Trocknen auf 110° C. 0·0113 *g* Wasser. 0·5587 *g* wasserfreien Salzes gaben geglüht 0·1277 *g* Platin.

	Gefunden	Berechnet für $C_{19}H_{22}N_2O_2HJ+PtCl_6H_2+H_2O$
H_2O...	1·98	2·08
Pt	22·99	22·85.

Isoapochinin. Wird das Hydrojodapochinin in weingeistiger Lösung längere Zeit bei aufsteigendem Kühler mit Kalihydrat gekocht, so wird Jodkalium ausgeschieden.

Wenn das Product nach einiger Zeit als jodfrei gefunden worden, so wird die durch Ammon in Freiheit gesetzte Base mit Äther ausgeschüttelt. Dieser wird getrocknet, destillirt. Aus dem Rückstand scheidet sich krystallinisch die Apobase $C_{19}H_{22}N_2O_2$ aus. Dieselbe schmilzt bei 176° C., während Hesse's Apochinin bei 160° C. zersetzt wird. Die erstere löst sich wie das Apochinin leicht in verdünnter Lauge. Wir werden auf die weiteren Eigenschaften dieser Base und ihrer Derivate demnächst zurückkommen.

Chloroplatinat. Dasselbe wird erhalten, wenn man eine wässerige Lösung des Isoapochininchlorhydrats mit Platinchlorid fällt. Gelber, körnig krystallinischer Niederschlag, der in Wasser schwer löslich ist.

0·3336 *g* lufttrockener Substanz verloren bei 105° C. 0·0091 *g* Wasser.

0·3245 *g* wasserfreies Salz gaben beim Glühen 0·0872 *g* Platin.

	Gefunden	Berechnet für $C_{19}H_{22}N_2O_2+PtCl_6H_2+H_2O$
Pt.....	26·90	27·02
H_2O ...	2·72	2·44.

Isochinin.

Während das von Königs und Comstock dargestellte Hydrochlorchinin beim Kochen mit alkoholischem Kali Chinin regenerirt, erhielten wir, als wir das Hydrojodchinin mit demselben Reagenz behandelten, eine mit dem Chinin isomerische Base, die wir als Isochinin bezeichnen und die sich durch ihre Eigenschaften und ihre Salze von dem Chinin und von Hesse's Conchinin wie Chinicin wesentlich unterscheidet.

Man kocht einige Stunden das Hydrojodchinin oder sein Jodhydrat mit dem gleichen Gewicht Ätzkali in weingeistiger Lösung, bis das Product als jodfrei befunden wurde, destillirt den grössten Theil des Alkohols ab und engt die angesäuerte Lösung ein. Dann zersetzt man das Chlorhydrat mit Ammon und schüttelt mit Äther aus. Die ätherische Lösung soll nicht zu concentrirt sein, damit dieselbe beim jetzt folgenden Trocknen mit Chlorcalcium nicht Krystalle ausscheidet.

Nach dem Abdestilliren des getrockneten Äthers scheiden sich oft auch während der Destillation kleine Nädelchen der Base aus, die, aus demselben Mittel umkrystallisirt, mit Äther gewaschen werden.[1] Das Isochinin ist selbst in viel trockenem Äther, sowohl in der Kälte wie in der Wärme schwer löslich, während Chinin bekanntlich in kaltem wie heissem Äther leicht löslich erscheint.

[1] In den Mutterlaugen konnte kein Chinin nachgewiesen werden.

In Weingeist ist das Isochinin zerfliesslich, auch in gewöhnlichem wasserhältigen Äther leichter löslich. Dampft man eine alkoholische oder ätherische Lösung des nicht völlig reinen Productes ein, so bleibt eine zähe gummiartige Masse, die amorph nicht zum Krystallisiren gebracht werden konnte. Auch aus verdünntem Weingeist konnte das Isochinin in deutlichen kleinen Nadeln erhalten werden.

Obgleich das Alkaloid in Benzol sehr leicht löslich ist, so konnte dieses Lösungsmittel doch nicht mit Vortheil zur Reinigung desselben verwendet werden. Wasser löst in der Siedehitze nur Spuren der Base. Die bekannte Chininreaction mit Chlorwasser und Ammoniak tritt auch beim Isochinin ein. Wenn man die Chinabase in Alkohol löst, Chlorwasser, später Ammon zusetzt, so erhält man eine intensiv smaragdgrüne Färbung. Die Lösungen in verdünnter Schwefelsäure wie Salpetersäure zeigen ausgezeichnete blaue Fluorescenz, die durch Salzsäure, Chlorverbindungen, wie beim Chinin aufgehoben wird. Das neutrale Sulfat der Isobase ist in Wasser leicht löslich, während das schwefelsaure Chinin bekanntlich durch seine Schwerlöslichkeit ausgezeichnet ist. Das Chromat unserer Base konnte nur ölförmig dargestellt werden, während das Chininchromat krystallinisch und schwer löslich erhalten wird.

Der Schmelzpunkt des Isochinins wurde wiederholt bestimmt. Ein wiederholt aus Äther und verdünntem Weingeist umkrystallisirtes Präparat schmolz bei 186° C. (uncorr.), während Hesse neuerdings den Schmelzpunkt des Chinins 174·4—175° C., Lenz 170·4—174·4° C. fanden. Das Thermometer, welches zu dieser Schmelzpunktbestimmung diente, war ein in der physikalischen technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg geprüftes Normalthermometer.

Was die Bestimmung der specifischen Drehung des Isochinins betrifft, so war Prof. Dr. Julius Mauthner, Assistent am hiesigen pathologisch-chemischen Institute, so freundlich, dieselbe auszuführen und mir hierüber Folgendes mitzutheilen:

Das Isochinin ist linksdrehend. Die Bestimmung des Drehungswinkels geschah mit einem von Rothe in Prag gebauten Lippich'schen Halbschattenapparat, dessen Theilung 0·005 Grade ablesen lässt, bei Natriumlicht. Als Lösungsmittel diente Alkohol

von 97 Vol. Proc. Die Temperatur war 27° C. Von der bei 100 bis 110° C. zum constanten Gewicht getrockneten Substanz wurden zwei verschieden concentrirte Lösungen bereitet.

Im Folgenden bedeutet c die Anzahl der Gramme in 100 cm^3 Lösung, l die Länge des Beobachtungsrohres in Decimeter, α den abgelesenen Winkel.

I.

a)	*b)*
$c = 0{\cdot}9644$	$c = 0{\cdot}9644$
$l = 1$	$l = 3$
$\alpha = -1{\cdot}80°$	$\alpha = -5{\cdot}41°$
Daraus $[\alpha]_D = -186{\cdot}6°$.	$[\alpha]_D = -186{\cdot}9°$

Mittel 186·75.

II.

$v = 3{\cdot}9936$
$l = 1$
$\alpha = -7{\cdot}22°$
$[\alpha]_D = -180{\cdot}8°$.

Wie dies bei den Chinaalkaloiden festgestellt ist, sinkt also auch hier die specifische Drehung mit steigender Concentration.

Hesse fand die specifische Drehung für wasserfreies krystallisirtes Chinin in 97 Vol. Proc. Alkohol —170·5, während die Rechnung —168·49° ergibt.

I. 0·171 *g* der bei 110° C. getrockneten Substanz gaben mit Kupferoxydasbest verbrannt 0·4647 *g* Kohlensäure und 0·1203 *g* Wasser.

II. 0·1528 *g* lieferten 0·414 *g* Kohlensäure und 0·1082 *g* Wasser.

III. 0·2150 *g* gaben bei 17° C., 756 *mm* Barometerstand, 16·8 cm^3 feuchtes Stickgas.

	Gefunden			Berechnet für $C_{20}H_{24}N_2O_2$
	I.	II.	III.	
C.....	74·11	73·89	—	74·07
H.....	7·81	7·86	—	7·40
N.....	—	—	9·01	8·76.

Der Geschmack des Isochinins und seiner Salze ist intensiv bitter.

Hydrat. Fällt man eine salzsaure Lösung des Isochinins mit Ammon, schüttelt mit Äther aus, lässt diesen an der Luft langsam verdunsten, so scheidet sich das Hydrat in kleinen Nadeln aus.

0·4724 *g* verloren nach vorhergehendem Trocknen im Vacuum bei 100° C. 0·049 *g* Wasser.

	Berechnet für $C_{20}H_{24}N_2O_2+2H_2O$	Gefunden
H_2O ...	10·00	10·37.

Sulfat. Neutralisirt man das Anhydrid oder Hydrat vorsichtig mit verdünnter Schwefelsäure, dass kein Uberschuss der Säure vorherrscht, so kann man durch Verdunsten der wässerigen Lösung in zu Büscheln vereinigte Nadeln erhalten, die zum Unterschied von Chininsulfat in Wasser sehr leicht löslich sind.

0·3818 *g* lufttrockenes Sulfat verloren bei 110° C. 0·0724 *g* Wasser und gaben 0·0933 *g* $BaSO_4$.

	Gefunden	Berechnet für $(C_{20}H_{24}N_2O_2)_2H_2SO_4+10H_2O$
H_2O.....	18·96	19·43
H_2SO_4...	10·26	10·58

Neutrales Chlorhydrat. Wird erhalten, wenn die Base genau mit Salzsäure neutralisirt und diese Lösung sich selbst überlassen wird. In Wasser leicht lösliche Nadeln.

0·4561 *g* verloren beim Trocknen 0·0386 *g* H_2O.
0·4175 *g* wasserfreie Substanz gaben beim Fällen mit Silbernitrat 0·1569 *g* Chlorsilber.

	Gefunden	Berechnet für $C_{20}H_{24}N_2O_2HCl+2H_2O$
H_2O...	8·46	9·08.

	Gefunden	Berechnet für $C_{20}H_{24}N_2O_2HCl$
Cl.....	9·82	9·84.

Saures Salz. Dasselbe bildet sich wenn eine freie Salzsäure enthaltende Lösung der Base verdunstet wird. Es ist in Wasser etwas schwerer löslich wie das vorhergehende neutrale Salz. Da das correspondirende Chininsalz nur durch Überleiten von Salzsäuregas über trockenes Chinin erhalten werden kann, so ist die leichte Bildung dieser Verbindung charakteristisch für die Isobase.

0·1938 *g* der lufttrockenen, auch wasserfreien Substanz lieferten, mit Salpetersäure und Silbernitrat zersetzt, 0·1440 *g* Chlorsilber.

	Gefunden	Berechnet für $C_{20}H_{24}N_2O_2 2HCl$
Cl	18·47	17·88.

Chloroplatinat. Wird eine salzsaure Lösung der Base mit Platinchlorid gefällt, so erhält man einen hellgelben Niederschlag, der krystallinisches Gefüge zeigt. Derselbe wurde mit verdünnter Salzsäure gewaschen, abgesaugt. Da dieser stets wechselnde Mengen Wasser enthielt, so wurde er bei 110° getrocknet.

0·388 *g* gaben 0·4637 *g* Kohlensäure und 0·1313 *g* Wasser.
0·2487 *g* lieferten beim Glühen 0·0656 *g* Platin.

	Gefunden	Berechnet für $C_{20}H_{24}N_2O_2 2HCl + PtCl_4$
C.....	32·59	32·72
H.....	3·76	3·54
Pt	26·37	26·50.

Isochininsilbernitrat. Diese Verbindung entsteht leicht, wenn eine alkoholische Lösung des Isochinins mit einer gleichen von salpetersaurem Silber gefällt wird. Gelatinöse Masse, die beim Erwärmen in ein Haufwerk feiner Nädelchen übergeht, die sich beim Trocknen bei 100° etwas schwärzen.

0·1948 *g* hinterliessen beim Glühen 0·0434 *g* Silber.

	Gefunden	Berechnet für $C_{20}H_{22}N_2O_2 + AgNO_3$
Ag....	22·24	21·86.

Das Resumé dieser Abhandlung ist Folgendes:

Rauchende Jodwasserstoffsäure liefert beim Kochen mit Chinin Hydrojodchininjodhydrat, das mit Ätzkali Isochinin mit Ammon Hydrojodchinin gibt. Die Einwirkung von Wasserstoff in statu nascenti auf das letztere Jodid, sowie das Verhalten gegen Silbersalze soll weiters untersucht werden.

Während beim Erhitzen unter Druck mit concentrirter, bei 0° gesättigter Jodwasserstoffsäure, unter Methylabspaltung Isoapochinin ensteht, liefert die verdünnte Säure (1·5—1·6) bei 150° eine jodfreie Base, deren weitere Untersuchung, die sich auch auf ihre Derivate erstrecken soll, vorbehalten wird.

Über trockene Destillation von Silbersalzen organischer Säuren

von

J. Kachler,

mitgetheilt von Ad. Lieben.[1]

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Ad. Lieben an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 2. Juli 1891.)

Über den im Titel bezeichneten Gegenstand liegen in der chemischen Literatur nur sehr spärliche Angaben vor, die sich meist darauf beschränken, zu constatiren, dass beim Glühen von Silbersalzen metallisches Silber rein oder gemischt mit etwas Kohle zurückbleibt. So ziemlich die einzige Angabe, die in der Richtung, in der sich die folgenden Versuche bewegen, Interesse bietet, stammt aus dem Jahre 1809 und rührt von Chenevix[2] her, welcher angibt, dass essigsaures Silber bei der trockenen Destillation Gasarten (Kohlensäure und Kohlenwasserstoff), höchst reine und concentrirte Essigsäure, kein geistiges neutrales Destillat und als Rückstand 60·51% baumförmiges Silber neben 3·18% Kohle liefert. Auch Liebig und Redtenbacher[3] erwähnen, dass beim Erhitzen von essigsaurem Silber Essigsäure weggeht.

Tilley[4] gibt an, dass önanthylsaures Silber bei der trockenen Destillation ein Öl und einen festen Körper liefert, die beide

---

[1] Die hier mitgetheilte Arbeit ist nach dem allzu früh erfolgten Tode des als Mensch wie als Fachmann ausgezeichneten Verfassers unvollendet zurückgeblieben und von mir mit Hilfe der vorgefundenen Notizen, die sich freilich fast ausschliesslich auf die im Laufe der Untersuchung ausgeführten Wägungen bezogen, zusammengestellt worden. Lieben.

[2] Gilbert's Annalen der Physik, 32, S. 156.

[3] Annalen der Chemie und Pharmacie, 38, S. 113.

[4] Ebenda, 39, S. 166.

keine sauren Eigenschaften besitzen. Der feste Körper kann aus heissem Alkohol in schönen Nadeln krystallisirt erhalten werden.

Endlich, obgleich nicht streng hierher gehörig, mag noch erwähnt werden, dass es vom ameisensauren Silber, ebenso wie vom ameisensauren Quecksilber bekannt ist, dass diese Salze beim Kochen mit Wasser Metall abscheiden, während Ameisensäure und Kohlensäure zugleich sich bilden.

Die nachstehende Untersuchung zeigt, dass die Reaction, die bisher nur vereinzelt an Essigsäure beobachtet worden ist, dass nämlich beim Erhitzen ihres trockenen Silbersalzes freie Essigsäure abdestillirt, ziemlich allgemein für flüchtige Säuren gilt, und dass sie glatter verläuft als man wohl zu erwarten geneigt wäre. Der Wasserstoff, der für die Reconstituirung der Säure erforderlich ist, wird nicht etwa durch Feuchtigkeit geliefert, sondern stammt von zersetzten Salzmolekülen, deren Sauerstoff als Kohlensäure und deren Kohlenstoff theils als Kohlensäure, theils als Kohle zur Ausscheidung kommt. Die folgende Gleichung gibt einen sehr angenäherten Ausdruck für die trockene Destillation der Silbersalze fetter Säuren:

$$2n(AgC_nH_{2n-1}O_2) = (2n-1)(C_nH_{2n}O_2) + (n-1)C + CO_2 + 2nAg.$$

Die Gleichung würde vielleicht noch schärfer zutreffen, wenn die in der Reaction ausgeschiedene Kohle wirklich chemisch reiner Kohlenstoff wäre, was jedoch kaum sehr wahrscheinlich ist. Leider ist dieser Punkt in Folge des plötzlichen Abbruches der Untersuchung nicht völlig aufgeklärt worden.

Für folgende Säuren ist der Nachweis, dass sie beim Erhitzen ihrer getrockneten Silbersalze (in einigen Fällen unter verringertem Druck) abdestilliren, qualitativ erbracht worden:

Essigsäure, Isovaleriansäure, Norm. Capronsäure, Önanthylsäure, Palmitinsäure, Milchsäure, Oxyisobuttersäure, Phenylessigsäure, Benzoësäure.

Bei den vier erstgenannten Säuren wurde die Zersetzung auch quantitativ verfolgt.

Ausserdem wurde für Ameisensäure die Zersetzung des Silbersalzes beim Kochen mit Wasser untersucht und analog der bei den Silbersalzen anderer Säuren durch trockene Destillation

bewirkten gefunden. Auch für essigsaures Silber wurde die Zersetzung in Gegenwart von Wasser bei einer Temperatur von etwa 240° untersucht und beobachtet, dass sie ähnlich wie bei der trockenen Destillation verläuft. Ob sie völlig gleich ist oder, wie es wahrscheinlich ist, doch in etwas veränderter Weise sich vollzieht, ist nicht mit voller Sicherheit festgestellt worden.

Essigsaures Silber.

Ein Vorversuch mit 14 *g* Silberacetat zeigte, dass beim Erhitzen Kohlensäure entweicht und ein farbloses stechend sauer riechendes Destillat in der Menge von etwa 4 *g* erhalten wird, während ein Rückstand bleibt, der zu 97·7% aus Silber, zu 2·3% aus Kohle besteht. Das saure Destillat bestand aus reiner Essigsäure, die den corrigirten Siedepunkte 117°5—118°2 zeigte und mit kohlensaurem Silber behandelt reines Silberacetat lieferte, von dem zwei successive auskrystallisirte Fractionen analysirt wurden.

Für den nächsten Versuch wurde ein Apparat benützt, der mit kleinen Variationen auch für die meisten späteren Versuche in Anwendung kam und aus folgenden Theilen zusammengesetzt war. Die zur trockenen Destillation bestimmte gewogene Menge Silberacetat befand sich in einem Kölbchen, das im Ölbade oder Metallbade erhitzt wurde und mit einem gewogenen *U*-Rohr zum Auffangen der abdestillirenden Essigsäure in Verbindung stand. Daran schloss sich ein mit titrirtem Barytwasser gefüllter gewogener Absorptionsapparat, der den kleinen Rest nicht condensirter Essigsäure, sowie die Kohlensäure aufnehmen sollte und an den ein gewogenes Chlorcalciumrohr befestigt war, um das aus dem Barytwasser durch den Gasstrom fortgeführte Wasser zurückzuhalten. Endlich folgte noch ein gewogener Kaliapparat, der mit einem angesetzten Röhrchen mit festem Ätzkali versehen war, um die letzten Spuren Kohlensäure zurückzuhalten, die etwa der Absorption durch Barytwasser entgangen sein konnten. Durch den ganzen Apparat konnte entweder gegen Ende oder während der ganzen Dauer der trockenen Destillation ein Luftstrom geleitet werden, der wohlgetrocknet dem Kölbchen mit Silberacetat zugeführt wurde.

Die Zersetzung des essigsauren Silbers vollzog sich zwischen 220° und 240°, doch wurde zuletzt die Temperatur bis 300° gesteigert.

I. 3·619 *g* bei 100° getrocknetes essigsaures Silber liessen, in obigem Apparat der trockenen Destillation unterworfen, 0·9215 *g* reine Essigsäure (die Titration gab mit der directen Wägung übereinstimmende Resultate) abdestilliren, wozu noch 0·06547 *g* hinzuzurechnen sind, die vom vorgeschlagenen Barytwasser aufgenommen worden waren, also in Summe 0·98697 *g* oder 27·27% Essigsäure. Ausserdem wurden 0·14816 *g* Kohlensäure aufgefangen, d. i. 4·09%.

Es hinterblieb ein Destillationsrückstand, der 2·382 *g*, d. i. 65·82% ausmachte und der aus 2·3382 *g* Silber (64·61%) und 0·0438 *g* Kohle (1·21%) bestand.

II. 2·4335 *g* bei 100° getrocknetes Silberacetat lieferten bei der trockenen Destillation im obigen Apparat 0·6044 *g* durch directe Wägung gefundene[1] und 0·0243 *g* in Barytwasser aufgefangene, in Summe 0·6287 *g*, d. i. 25·83% Essigsäure.

Ausserdem wurden 0·2006 *g*, d. i. 8·24% Kohlensäure aufgefangen, während ein Destillationsrückstand von 1·588 *g*, bei 110° getrocknet, d. i. 65·25% (aus Silber und Kohle bestehend) hinterblieb.

III. Diesmal und in einigen folgenden Versuchen wurde in der Hoffnung, vielleicht für den ausgeschiedenen Kohlenstoff richtigere Zahlen zu erhalten, die trockene Destillation des Silberacetats in einem Kohlensäurestrom statt im Luftstrom vorgenommen, wobei natürlich auf die Bestimmung der durch den Zersetzungsprocess entstandenen Kohlensäure verzichtet werden musste.

2·984 *g* Silberacetat lieferten 0·7488 *g*, d. i. 25·1% Essigsäure (durch Auffangen in Kalilauge und Titriren bestimmt), ferner 1·93 *g*, d. i. 64·68% Silber und 0·054 *g*, d. i. 1·81% Kohle.

---

[1] Durch Titration wurde noch etwas mehr, nämlich 0·64388 *g* gefunden Möglicherweise ist der Essigsäure etwas Anhydrid beigemischt (?). Für die weitere Rechnung wurde die durch Wägung gefundene Zahl zu Grunde gelegt.

IV. 1·776 *g* Silberacetat, wie im vorstehenden Versuch der trockenen Destillation im Kohlensäurestrom unterworfen, gaben 0·4427 *g*, d. i. 24·93% durch Titriren bestimmte Essigsäure, ferner 1·146 *g*, d. i. 64·53% Silber und 0·034 *g*, d. i. 1·91% Kohle.

V. 3 *g* Silberacetat, im Kohlensäurestrom trocken destillirt, gaben 0·7813 *g*, d. i. 26·04% durch Titriren bestimmte Essigsäure, ferner 1·9854 *g*, d. i. 66·18% eines aus Silber und Kohle bestehenden Destillationsrückstandes.

VI. 3·5085 *g* Silberacetat, im Kohlensäurestrom trocken destillirt, gaben 0·8288 *g*, d. i. 23·62% durch Titriren bestimmte Essigsäure, ferner 2·3255 *g*, d. i. 66·28% eines aus Silber und Kohle bestehenden Destillationsrückstandes.

Die folgenden Versuche beziehen sich auf die Zersetzung des essigsauren Silbers durch Erhitzen mit Wasser. Eine Temperatur von 200° hat sich dabei als unzureichend für eine vollständige Zersetzung erwiesen; vielmehr muss für diesen Zweck auf etwa 230—240° erhitzt werden, also auf dieselbe Temperatur, bei der die Zersetzung des essigsauren Silbers auch ohne Wasser vor sich geht. Gleichwohl scheint im Vergleich zur trockenen Destillation die Gegenwart des Wassers insofern einen Unterschied zu begründen, als neben den Hauptspaltungsproducten, Silber, Essigsäure und Kohlensäure, die in beiden Fällen auftreten, im letzteren Falle die Ausscheidung von Kohle nicht beobachtet wurde, während sie bei der trockenen Destillation, wenn auch nur in kleiner Menge, stets statthat. Lässt man diesen Unterschied als wesentlich gelten, so könnte die Zersetzung, die bei der trockenen Destillation sehr annähernd durch die Gleichung

$$4\,AgC_2H_3O_2 = 4\,Ag + 3\,C_2H_4O_2 + C + CO_2 \qquad (1)$$

ausgedrückt wird, bei Gegenwart von Wasser vielleicht durch die Gleichung

$$8\,AgC_2H_3O_2 + 2\,H_2O = 8\,Ag + 7\,C_2H_4O_2 + 2\,CO_2 \qquad (2)$$

wiedergegeben werden.

Noch ist zu beachten, dass beim Erhitzen des Silberacetats mit Wasser auf 230—240° die zugeschmolzenen Glasröhren leicht bersten.

VII. 0·672 *g* Silberacetat mit 1·02 *g* Wasser im zugeschmolzenen Rohr durch vier Stunden auf 228° erhitzt, gaben Kohlensäure, die beim Öffnen entwich, ferner nach Zusatz von Wasser und Abfiltriren 0·426 *g*, d. i. 63·39% Silber und 0·1671 *g*, d. i. 24·87% Essigsäure, die im Filtrat vom Silber durch Titriren mit Kalilauge bestimmt wurde. Das Filtrat enthielt übrigens noch Spuren von Silber.

VIII. 0·8118 *g* Silberacetat wurden mit etwa 2 *g* Wasser durch $3^1/_2$ Stunden im Rohr auf 240° erhitzt. Das Rohr wurde unter titrirtem Barytwasser geöffnet, die Flüssigkeit vom Silber und Bariumcarbonat abfiltrirt und zur Bestimmung der Essigsäure titrirt. Darauf wurde das Bariumcarbonat des Niederschlages in verdünnter Salzsäure gelöst und als Bariumsulfat bestimmt. Gefunden: 0·0342 *g*, d. i. 4·21% Kohlensäure und 0·1839 *g*, d. i. 22·65% Essigsäure.

IX. 1·8745 *g* Silberacetat wurden in einem Kölbchen im Metallbade (die Temperatur ist in Kachler's Notizen nicht angegeben) erhitzt, während ein Wasserdampfstrom durchgeleitet wurde. Der austretende Wasserdampf, sowie die Zersetzungsproducte (Kohlensäure und Essigsäure) wurden in ein Kölbchen mit Barytwasser, dann durch einen Kühler und wieder durch Barytwasser geleitet. Gefunden: 0·1524 *g*, d. i. 8·13% Kohlensäure und 0·6036 *g*, d. i. 32·20% Essigsäure.

Die folgende Zusammenstellung gestattet, die erhaltenen Resultate mit den nach Gleichung (1) oder (2) berechneten zu vergleichen.

100 Theile Silberacetat lieferten bei der trockenen Destillation:

	Berechnet nach Gleichung (1)		Gefunden	
			I.	II.
Essigsäure	26·95		27·27	25·83
Kohlensäure	6·59		4·09	8·24
Silber	64·67	66·46	64·61	65·25
Kohle	1·79		1·21	

Bei der trockenen Destillation im Kohlensäurestrom:

	Gefunden			
	III.	IV.	V.	VI.
Essigsäure	25·10	24·93	26·04	23·62
Silber	64·68	64·53	66·18	66·28
Kohle	1·81	1·91		

100 Theile Silberacetat lieferten beim starken Erhitzen mit Wasser in Röhren oder im Wasserdampf:

	Berechnet nach Gleichung		Gefunden		
	(1)	(2)	VII.	VIII.	IX.
Essigsäure	26·95	31·44	24·87	22·65	32·20
Kohlensäure	6·59	6·59	—	4·21	8·13
Silber	64·67	64·67	63·39	—	—

Ameisensaures Silber.

Bei diesem Salz wurde nur die Zersetzung beim Erhitzen mit Wasser untersucht und gefunden, dass sie ganz im Sinne der für die trockene Destillation von Silbersalzen Eingangs aufgestellten allgemeinen Gleichung verläuft.

$$2\,AgCHO_2 = CH_2O_2 + CO_2 + 2\,Ag.$$

I. 2·2495 *g* Silberformiat (durch Fällung bereitet) wurden durch sechsstündiges Kochen mit Wasser am Rückflusskühler zersetzt. Darauf wurde von dem ausgeschiedenen Silber abfiltrirt, dieses gewogen und im Filtrat die Ameisensäure durch Titriren bestimmt. Gefunden: 1·581 *g* Silber und 0·29693 *g* Ameisensäure.

II. 6·143 *g* Silberformiat wurden behufs Bestimmung der Kohlensäure durch Kochen mit Wasser in einem Kölbchen zersetzt, das mit dem gelegentlich der trockenen Destillation des Silberacetates beschriebenen Apparat in Verbindung stand und durch das ein Luftstrom geleitet werden konnte. Gefunden: 0·8488 *g* Kohlensäure.

Demnach lieferten 100 Theile ameisensaures Silber bei der Zersetzung durch Kochen mit Wasser:

	Gefunden		Berechnet nach der Gleichung
	I.	II.	
Ameisensäure	13·2	—	15·03
Kohlensäure	—	13·82	14·38
Silber	70·28	—	70·59.

Isovaleriansaures Silber.

Das Silbersalz wurde aus von Kahlbaum bezogener gewöhnlicher Valeriansäure durch Überführung in Ammonsalz und Fällung mit Silbernitrat dargestellt. 15 *g* davon lieferten bei der trockenen Destillation, wobei das Salz schmilzt, 6 *g* eines gelblich gefärbten Destillates, während zugleich Kohlensäure entwich und ein aus Silber und Kohle bestehender Rückstand hinterblieb.

Das Destillat bestand aus reiner Isovaleriansäure, denn es ging bei neuerlicher Destillation fast vollständig zwischen 174° und 177° (uncorr.) über, und 0·4432 *g* eines daraus dargestellten, im Vacuum getrockneten Silbersalzes hinterliessen beim Glühen 0·2284 *g*, d. i. 51·53% Silber. Silbervalerat enthält 51·67% Silber.

Vergleicht man die nach der Zersetzungsgleichung

$$10\,AgC_5H_9O_2 = 9\,C_5H_{10}O_2 + 4\,C + CO_2 + 10\,Ag$$

aus 100 Theilen valeriansauren Silbers gebildete Menge Valeriansäure mit der experimentell erhaltenen Ausbeute, so ergibt sich:

	Gefunden	Berechnet
Valeriansäure	40	43·92.

Normal-capronsaures Silber.

Das Salz wurde aus gährungscapronsaurem Ammon durch Fällung mit Silbernitrat dargestellt.

I. 15 *g* Silbercapronat gaben unter Schmelzen bei der trockenen Destillation 6 *g* Destillat unter gleichzeitiger Kohlensäureentwicklung. Das Destillat war reine Capronsäure, die bei 202—206° (uncorr.) überging und die ein Silbersalz lieferte, von dem 0·265 *g* beim Glühen 0·128 *g*, d. i. 48·3% Silber

hinterliessen, während sich für capronsaures Silber 48·43% Silber berechnen.

II. 2·5149 *g* Silbercapronat wurden mit Anwendung des beim Silberacetat beschriebenen Apparates der trockenen Destillation unterworfen, die hauptsächlich zwischen 210° und 230° vor sich ging. Erhalten 1·0847 *g* Capronsäure, 0·0942 *g* Kohlensäure und 1·3335 *g* eines aus Silber und Kohle bestehenden Rückstandes.

Vergleicht man für 100 Theile capronsaures Silber die erhaltenen Resultate mit den nach der Gleichung

$$12\,AgC_6H_{11}O_2 = 11\,C_6H_{12}O_2 + 5C + CO_2 + 12\,Ag$$

berechneten, so findet man:

	Gefunden		Berechnet nach der Gleichung
	I.	II.[1]	
Capronsäure	40·0	43·13	47·68
Kohlensäure	—	3·74	1·64
Silber / Kohle	—	53·02	50·67.

Önanthylsaures Silber.

Aus von Kahlbaum bezogener Säure wie die vorhergehenden Silbersalze dargestellt.

I. 1·8832 *g* Silbersalz gaben bei der trockenen Destillation, die sich zwischen 210° und 280°, am reichlichsten bei circa 250° vollzog, 0·7521 *g* in einem *U*-Rohr aufgefangener Önanthylsäure, wozu noch 0·0845 *g* hinzuzurechnen sind, die im Destillationsrückstand von Silber und Kohle zurückblieben und durch Titriren bestimmt wurden.[2] Die ent-

[1] Die für Capronsäure etwas zu niedrig, dagegen für den Destillationsrückstand (Silber und Kohle) zu hoch gefundene Zahl ist vielleicht durch die plausible Annahme zu erklären, dass die entstandene Capronsäure nicht vollständig übergetrieben worden sein mag, daher sie das Gewicht des Rückstandes vermehrte, während zu wenig Capronsäure gefunden wurde. A. Lieben.

[2] Es wäre noch eine weitere Correctur für die kleine Menge Önanthylsäure anzubringen, die mit der Kohlensäure dem Kaliapparat zugeführt wurde, doch habe ich aus den vorgefundenen Notizen die Höhe dieser Correctur nicht entnehmen können. A. Lieben.

wickelte Kohlensäure wurde durch Auffangen in Kalilauge und Ausfällung mit Chlorbarium bestimmt, wobei eine Correctur für die in der Lauge schon enthaltene Kohlensäure angebracht wurde. Gefunden: 0·0341 *g* Kohlensäure. Der Destillationsrückstand, nachdem er durch Ausziehen mit Alkohol von anhängender Önanthylsäure befreit worden war, wog 0·9557 *g* und hinterliess nach Behandlung mit Salpetersäure 0·0858 *g* Kohle.

II. 3·6889 *g* Silbersalz lieferten bei der trockenen Destillation 1·6995 *g* direct aufgefangener Önanthylsäure. Dazu kommen noch 0·0801 *g* Säure, die mit der zugleich entwickelten Kohlensäure in den Kaliapparat gelangten und nach Ausfällung der Kohlensäure durch Titriren bestimmt wurden, ferner 0·0348 *g* Önanthylsäure, die im Destillationsrückstand verblieben und titrirt wurden. Weiter wurden 0·1355 *g* Kohlensäure und 1·8095 *g* Rückstand, aus Silber und Kohle bestehend, gefunden.

Vergleicht man für 100 Theile önanthylsaures Silber die erhaltenen Resultate mit den nach der Gleichung

$$14\,AgC_7H_{13}O_2 = 13\,C_7H_{14}O_2 + 6\,C + CO_2 + 14\,Ag$$

berechneten, so ergibt sich:

	Gefunden			Berechnet nach der Gleichung	
	I.		II.		
Önanthylsäure	44·42		49·18	50·93	
Kohlensäure	1·81		3·67	1·33	
Silber	—	50·75	49·05	45·57	47·74
Kohle	4·55			2·17	

Diese Resultate stehen mit den in der Einleitung citirten Angaben Tilley's nicht in Übereinstimmung.

Palmitinsaures Silber. Aus Palmitinsäure, die von Kahlbaum bezogen war und bei 61°1 schmolz, wurde durch Auflösen in ammoniakalischem Wasser, dann Ausfällung mit Silbernitrat palmitinsaures Silber dargestellt. 10 *g* des reinen Silbersalzes wurden im luftverdünnten Raum bei einem Druck von 430 *mm* der trockenen Destillation unterworfen. Das erhaltene feste braune Destillat wurde mehrmals aus Alkohol umkrystallisirt, bis es

nur mehr schwach gefärbt war. Es zeigte dann, nach Trocknen im Vacuum, einen Schmelzpunkt von 61° und darf wohl als reine Palmitinsäure betrachtet werden.

Milchsaures Silber. Dasselbe wurde durch Sättigen von in Wasser gelöster Milchsäure mit kohlensaurem Silber in der Wärme bereitet. Das lufttrockene Salz entspricht der Zusammensetzung $AgC_3H_5O_3 + {}^1/_2H_2O$ und verliert sein Krystallwasser beim Trocknen im Vacuum über Schwefelsäure. Die Krystallwasserbestimmung ergab:

1. 3·6785 *g* lufttrockenes Salz verlor im Vacuum 0·1586 *g* Wasser.
2. 0·935 *g* Salz verloren 0·0412 *g* Wasser.
3. 9·2841 *g* Salz verloren 0·4023 *g* Wasser.

Demnach für 100 Theile lufttrockenes Salz:

	Gefunden			Berechnet für $AgC_3H_5O_3 + {}^1/_2H_2O$
	1.	2.	3.	
Krystallwasser.....	4·31	4·41	4·33	4·37.

Diese Resultate stehen mit der verbreiteten Angabe, dass lufttrockenes milchsaures Silber ein Molekül Krystallwasser enthält,[1] in Widerspruch, dagegen in Übereinstimmung mit der Angabe von Klimenko.[2]

Der trockenen Destillation unter verringertem Druck unterworfen, schmolz das milchsaure Silber bei 140° zu einer metallisch aussehenden, röthlich-violett gefärbten Flüssigkeit, die bald zu schäumen begann und bei 170—180° destillirte; bei 225° war der Rückstand, der keineswegs bloss aus Silber bestand, trocken. Kohlensäureentwicklung wurde constatirt. Das Destillat war eine dicke Flüssigkeit, die wohl aus Milchsäure und deren durch Destillation entstehenden Derivaten bestehen mochte.[3]

---

[1] Engelhardt und Maddrell, Ann. der Chem. und Pharm., 63, S. 90.

[2] Jahrb. der russ. chem. Gesellschaft, 12, S. 97.

[3] Es befinden sich unter Kachler's Notizen wohl einige quantitative Angaben über die Mengen des Destillates, des Rückstandes und der Kohlensäure, doch ist die Untersuchung offenbar nicht abgeschlossen und ist die chemische Beschaffenheit des Destillates wie des Rückstandes nicht näher geprüft worden, daher auch den erhaltenen Zahlen wenig Bedeutung zukommt.

α-Oxyisobuttersaures Silber. Die α-Oxybuttersäure wurde aus Bromisobuttersäure durch Einwirkung rauchender Salpetersäure dargestellt. Das Silbersalz bestand aus grossen blätterigen Krystallen, die bei der Dosirung des Silbers stimmende Zahlen lieferten und die bei der trockenen Destillation ein rasch erstarrendes Destillat von α-Oxybuttersäure gaben.

Phenylessigsaures Silber. Die trockene Destillation des Silbersalzes wurde im Vacuum bei 53 *mm* Druck vorgenommen. Das Salz schmilzt zu einer grünlichen Flüssigkeit und liefert ein sofort erstarrendes Destillat, welches, durch Umkrystallisiren gereinigt und von etwas braunrothem Harz befreit, glänzende Blättchen von reiner Phenylessigsäure gab, die bei 75—76° schmolz.

Benzoësaures Silber. Der trockenen Destillation unterworfen, gibt das Silbersalz beim Schmelzen Dämpfe, die ein Sublimat von feinen Krystallblättchen liefern; später geht ein öliges Destillat über. Zugleich entwickelt sich Kohlensäure.

Das gesammte Destillat wurde mit verdünntem Ammoniak und Äther geschüttelt. Aus der ammoniakalischen Lösung wurde durch Salzsäure Benzoësäure ausgefällt, die nach Umkrystallisiren aus Wasser den charakteristischen Schmelzpunkt 120 bis 121° zeigte.

Die ätherische Lösung liess beim Abdunsten Benzolgeruch wahrnehmen und hinterliess eine gelbliche krystallinische Substanz, die in Wasser kaum, dagegen in Alkohol oder Äther leicht löslich war und vielleicht unreines Benzophenon sein mochte.

Über die Einwirkung der Bacillen des malignen Ödems auf Kohlehydrate und Milchsäure

(II. Mittheilung)

von

Richard Kerry, und Sigmund Fraenkel,
Dr. med. et phil. *stud. med.*

Aus dem Laboratorium für medicinische Chemie an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Juli 1891.)

Milchsäure.

Um die in unserer ersten Mittheilung[1] angeregte Frage über den Ursprung des Äthylalkohols, den wir bei der Traubenzuckergährung gefunden haben, zur Entscheidung zu bringen, haben wir neuerdings die Bacillen des malignen Ödems auf inactive Milchsäure, und zwar auf das Kalksalz derselben, einwirken lassen.

Wir stellten uns den milchsauren Kalk aus 150 *g* Milchsäure dar durch Neutralisirung derselben mit kohlensaurem Kalk. Dieser milchsaure Kalk wurde in Bouillon gelöst, welche (nach C. Fraenkel) aus 1 *kg* Rindfleisch und 2 *l* Wasser dargestellt wurde. Der so gewonnenen Nährlösung wurden 15 *g* Pepton und 15 *g* Fleischextract (Kemmerich) zugesetzt. Nach erfolgter fractionirter Sterilisirung wurde der Kolben in gewohnter Weise beschickt und die Luft durch Wasserstoff verdrängt. Der so behandelte Kolben wurde bei Bruttemperatur der Gährung überlassen.

Der Versuch wurde nach 8—10 Tagen, also frühzeitig abgebrochen, da wir eventuell auftretende intermediäre Producte aufsuchen wollten.

---

[1] Diese Berichte. Bd. XCIX, Abth. II. b, Juli 1890.

Die Verarbeitung geschah in der Weise, dass wir die Flüssigkeit von dem zugesetzten überschüssigen kohlensauren Kalke abfiltrirten und das Filtrat zur Gewinnung der Alkohole neutral destillirten, so lange, als das Destillat die Lieben'sche Jodoformreaction gab. Hierauf wurde der Destillationsrückstand mit Wasser verdünnt, mit Oxalsäure angesäuert und zur Gewinnung der flüchtigen Fettsäuren mit Wasserdampf destillirt. Das so gewonnene Destillat wurde mit Barytwasser neutralisirt, eingedampft, wiederholt mit Alkohol von überschüssigem kohlensauren Baryt befreit und aus der Lösung des Baryumsalzes das Silbersalz dargestellt. Bei dieser mit salpetersaurem Silber vorgenommenen Umsetzung trat deutliche Reduction zu metallischem Silber auf, was auf Ameisensäure schliessen liess. Diese Vermuthung wurde bestätigt durch die weiteren für Ameisensäure charakteristischen Reactionen (Lösung von frischgefälltem Quecksilberoxyd, Reduction von salpetersaurem Quecksilberoxydul zu metallischem Quecksilber).

Zur Analyse des Silbersalzes wurden verwendet 0·2243 *g*. Dieselben ergaben 0·1270 *g* Ag, entsprechend 56·62% Silber. Buttersaures Silber erfordert 55·38% Silber. Die Differenz erklärt sich durch die qualitativ nachgewiesene Beimengung von Ameisensäure. Zur Bestimmung des gebildeten Alkohols wurde unter Abscheidung mit kohlensaurem Kalium wiederholt destillirt. Es gelang die Abscheidung eines Alkohols. Eine Bestimmung des Siedepunktes liess die geringe Menge nicht zu. Dagegen überführten wir den gewonnenen Alkohol durch Oxydation mit chromsaurem Kalium und Schwefelsäure in die entsprechende Fettsäure. Diese wurde nach Beendigung der Oxydation im Dampfstrom überdestillirt und in ihr Baryumsalz überführt.

Die Bestimmung derselben ergab: 0·1936 *g* verwendete Substanz, hinterliessen nach dem Glühen 0·1351 *g* $BaCO_3$, entsprechend 48·52% Baryum. Propionsaures Baryum erfordert 48·41% Baryum. Die Fettsäure war demnach Propionsäure und stammte aus der Oxydation von Propylalkohol.

In dem nicht flüchtigen Reste der Flüssigkeit, welche voraussichtlich die nicht angegriffene verwendete Milchsäure enthielt, wurden nach Zerlegung der Kalkverbindungen durch Schwefelsäure ausser Spuren von Fleischmilchsäure, welche dem Fleische

und dem Fleischextracte entstammten, trotz wiederholter fractionirter Krystallisation der Kalk- und Zinksalze keine anderen fixen Säuren gefunden. Es haben daher die von uns verwendeten Bacillen nicht die Fähigkeit, aus der inactiven Milchsäure ihre activen Componenten abzuspalten.

Bei der Gährung der Milchsäure entstand daher bis zu der frühzeitigen Unterbrechung des Versuches Propylalkohol, Ameisensäure und Buttersäure. Äthylalkohol konnte nicht nachgewiesen werden. Es ist aber vielleicht erlaubt, anzunehmen, dass im weiteren Verlaufe der Gährung aus dem Propylalkohol Äthylalkohol gebildet wird.

Milchzucker.

Zur Vergährung wurde eine Flüssigkeit verwendet, enthaltend 2 *l* Wasser, 7·5 *g* Fleischextract, 15 *g* Pepton, 300 *g* Milchzucker, 100 *g* kohlensauren Kalk.

Die Gährung verlief sehr langsam und träge und wurde erst nach 5—6 Wochen abgebrochen.

Die Verarbeitung geschah in der von uns bereits beschriebenen Weise, die Menge der Gährungsproducte war eine sehr geringe. Die flüchtigen Producte konnten nur durch die qualitativen Reactionen identificirt werden. Sie bestanden aus Äthylalkohol, Ameisensäure und Buttersäure. Die Ameisensäure wurde durch ihre charakteristischen Reductionen, die Buttersäure durch den Geruch und die Bildung von Buttersäureäthylester erkannt. Der Alkohol zeigte einen Siedepunkt (bei der Destillation im Linnemann'schen Rohre) von 78° C. Er wurde oxydirt und zeigte sein Oxydationsproduct den charakteristischen Geruch der Essigsäure; auch erzeugte Eisenchlorid mit dem Natriumsalze die Essigsäurereaction.

Die nicht flüchtige Säure erwies sich als Gährungsmilchsäure, wie die Analyse ihres Zinksalzes zeigte.

Verwendete lufttrockene Substanz .....0·6379 *g*

verlor beim Trocknen bei 115° bis zum constanten Gewicht.....0·1199 *g*,

entsprechend einem Gewichtsverluste an Krystallwasser von 18·79%. Gährungsmilchsaures Zink enthält 18·18% Krystallwasser.

Zur Zinkbestimmung wurden verwendet 0·5202 *g* ohne Krystallwasser. Dieselben ergaben 0·1752 *g* ZnO, entsprechend 27·52%. Gährungsmilchsaures Zink erfordert 27·27% ZnO.

Rohrzucker.

Zur Vergährung wurden verwendet: 250 *g* Rohrzucker in 2 *l* Wasser gelöst; dieser Lösung wurden 7·5 *g* Pepton, 15 *g* Fleischextract, 100 *g* kohlensaurer Kalk zugesetzt. Der verwendete Rohrzucker reducirte Fehling'sche Lösung nicht. Auch in diesem Falle verlief die Gährung sehr träge und waren die Mengen der flüchtigen Producte sehr geringe.

Als flüchtige Producte fanden sich auch hier Ameisensäure, Buttersäure und Äthylalkohol. Die Bestimmung des Alkohols gelang, wie bisher, durch die Identificirung seiner Oxydationsproducte (Aldehyd, Essigsäure).

Eine Siedepunktbestimmung war in Folge der geringen Menge nicht möglich. Ameisensäure und Buttersäure wurden in der oben erwähnten Weise nachgewiesen.

Im nicht flüchtigen Theile wurde Gährungsmilchsäure in grösserer Menge gefunden.

0·7861 *g* Zinksalz (lufttrocken) verloren 0·1489 *g* Wasser, entsprechend 18·94% (berechnet 18·18%) Krystallwasser.

Bei der Zinkbestimmung verblieben 0·2096 *g* ZnO, entsprechend 26·87% ZnO (berechnet 27·27%).

Stärke.

Da bei einem Vorversuche die Stärke nicht angegriffen wurde, entschlossen wir uns, bei einem zweiten Versuche dieselbe durch anhaltendes Kochen theilweise in lösliche Stärke zu überführen.

Wir verwendeten 250 *g* Weizenstärke, 3 *l* Wasser, 15 *g* Pepton, 7½ *g* Fleischextract, 100 *g* kohlensauren Kalk. Die Gährung verlief ziemlich rasch und wurde nach drei Wochen abgebrochen. Die nicht in Lösung gegangene Stärke lag anscheinend unverändert am Boden des Kolbens. Es scheint daher, dass in diesem Falle nur die gelöste Stärke vergohren wurde. Von der ungegohrenen Stärke und dem kohlensauren Kalk wurde

abfiltrirt. Das Filtrat reducirte Fehling'sche Lösung und drehte stark nach rechts. (Im Apparate von Soleil-Ventzke geprüft 5·8% Zucker entsprechend.) Wir versetzten daher einen Theil des Filtrates zur Fällung der Dextrine mit Alkohol und konnten im weiteren Filtrate weder Reduction der Fehling'schen Lösung, noch Drehung der Polarisationsebene nachweisen.

Es scheint daher die lösliche Stärke direct in die nun zu besprechenden Körper zu zerfallen, ohne dass eine vorherige Saccharificirung derselben stattfindet.

Der grösste Theil des Filtrates wurde zur Gewinnung des Alkohols neutral destillirt, hierauf nach Abdestilliren von etwa 200 cm^3 mit H_2SO_4 angesäuert und zur Isolirung der Fettsäuren weiter destillirt. Die Destillate wurden in bereits besprochener Weise weiter verarbeitet.

In diesem Falle waren die Gährungsproducte in verhältnissmässig grösserer Menge vorhanden. Der Alkohol, von dem wir etwa 2—3 cm^3 erhielten, ging scharf bei 78·4° C. über, entsprechend dem Siedepunkte des Äthylalkohols, und gab auch die weiteren für Äthylalkohol charakteristischen Reactionen (Benzoësäureäthylester, Grünfärbung beim Kochen mit chromsaurem Kalium und Schwefelsäure unter Auftreten des Aldehydgeruches), weiter Oxydation desselben zu Essigsäure, welche qualitativ durch die Eisenchlorid- und die Kakodylreaction nachgewiesen wurde. Die flüchtigen Fettsäuren wurden als Barytsalze bestimmt.

0·6459 g verwendete Substanz ergaben nach dem Glühen 0·4592 $BaCO_3$, entsprechend 49·44% Ba. Diese von der für Buttersäure berechneten sehr abweichende Zahl liess auch hier die Anwesenheit einer niedrigeren Fettsäure vermuthen. Thatsächlich liess sich in der wässerigen Lösung des Baryumsalzes mittelst salpetersaurem Quecksilberoxydul, mit frischgefälltem Quecksilberoxyd Ameisensäure nachweisen. Beim Kochen mit salpetersaurem Silber erfolgt Reduction zu metallischem Silber, während ammoniakalische Silberlösung (im Gegensatze zur Essigsäure) keine Reduction zeigte. Auch liess sich mittelst der Kakodylreaction Essigsäure nicht nachweisen. Die Abwesenheit von Propionsäure konnten wir nicht beweisen, deren Anwesenheit ist auch nach den bisherigen Resultaten nicht anzunehmen.

Die nicht flüchtige Säure war auch in diesem Fall inactive Gährungsmilchsäure, und auch hier konnte nur eine dem Gehalte des Fleischextractes an Fleischmilchsäure entsprechende Menge derselben nachgewiesen werden.

0·8319 *g* Zinksalz (lufttrocken) verloren bei 115° 0·1537 *g* Krystallwasser, entsprechend 18·37% (berechnet 18·18%) und ergaben beim Glühen 0·2341 *g* ZnO, entsprechend 28·15% ZnO.

Wir haben endlich auch zur Zeit unserer ersten Mittheilung Vorversuche über die Möglichkeit, Cellulose zu vergähren, angestellt. Wir benützten damals Tannencellulose, welche ausser stickstoffhältigen Substanzen schwefligsaure Salze und Lignin enthielt. Es ist uns damals auch thatsächlich gelungen, diese Cellulose zu vergähren und wir konnten die Bildung von Alkoholen, flüchtigen und fixen Säuren constatiren. Wiederholt angestellte Versuche, die Gährung mit reiner Cellulose (schwedischem Filtrirpapier, Bruns'scher Watte) unter Zusatz entsprechender Nährsalze hervorzurufen, sind uns bisher nicht gelungen.

Als Resultate der vorliegenden Untersuchung seien hervorgehoben, dass alle von uns untersuchten Kohlehydrate qualitativ gleichartige Gährungsproducte, und zwar Buttersäure, Ameisensäure, Äthylalkohol und Milchsäure liefern, dass die Milchsäure immer nur als inactive Form entsteht und zugesetzte Fleischmilchsäure überhaupt nicht angegriffen wird.

Auf das constante Vorkommen des Äthylalkohols als Product der beschriebenen anaëroben Gährung sei besonders verwiesen. Nach dem Versuche mit der Milchsäure erscheint es höchst wahrscheinlich, dass bei den von uns untersuchten Kohlehydratgährungen die entstehende Milchsäure die weitere Quelle der flüchtigen Gährungsproducte ist.

Zur Kenntniss der β-Trimethyläthylidenmilchsäure

von

C. Glücksmann.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Ad. Lieben an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Juli 1891.)

Die Bildung der trimethylirten Äthylidenmilchsäure durch Reduction der Trimethylbrenztraubensäure habe ich an dieser Stelle beschrieben.[1] Das Studium dieser Säure wurde im Vorjahre fortgesetzt. Die diesbezüglichen Erfahrungen gedachte ich ursprünglich heuer zu vervollständigen, bevor ich zur Publication schreite. Allein der Umstand, dass ich seither das Laboratorium des Herrn Prof. Ad. Lieben verlassen, und im Laufe dieses Jahres die Arbeit fortzusetzen nicht in die Lage kam, veranlasst mich, die bisherigen, nicht abgeschlossenen Untersuchungen dennoch zu veröffentlichen.

Handelt es sich darum, die trimethylirte Milchsäure zu gewinnen, so kann man die langwierige Abscheidung der Trimethylbrenztraubensäure umgehen.[2] Man verfährt dann zweckmässig folgendermassen:

Zu je 20 *g* in circa 100 cm^3 20% Natronlauge suspendirten Pinakolins wird allmälig unter Kühlung tropfenweise aus einem Scheidetrichter ein 4—5%ige wässerige Lösung von 63 *g* Kaliumpermanganat zufliessen gelassen. Die durch fleissiges Umrühren geförderte Reaction ist beendet, wenn der Braunstein sich völlig

---

[1] Monatshefte, 1889, S. 770.

[2] L. c. S. 771.

abgeschieden und die Flüssigkeit farblos geworden ist. Man filtrirt nun ab, wäscht den Braunstein einigemal mit Wasser nach, neutralisirt das alkalische Filtrat mit Schwefelsäure und engt auf dem Wasserbade bis zur Trockene ein.[1] Der Rückstand in möglichst wenig Wasser aufgenommen, wird mit etwa 250 *g* 4% Natriumamalgam allmälig versetzt. Nach beendeter Zersetzung des Amalgams wird die wässerige Lösung vom Quecksilber getrennt, erstere filtrirt, mit H_2SO_4 übersäuert, um sämmtliche organische Säuren in Freiheit zu setzen, und mit Äther bis zur Erschöpfung extrahirt. Die ätherischen Auszüge werden auf dem Wasserbade vom Äther befreit und die restirenden sauren Flüssigkeiten unter Zusatz von Wasser so lange destillirt, als das Destillat noch sauer reagirt.[2]

Es lässt sich nämlich auf diese Art die trimethylirte Milchsäure vollständig von der Trimethylessigsäure und Essigsäure, die als Nebenproducte auftreten, trennen, da die erstere Säure, wie ich mich überzeugte, mit Wasserdämpfen absolut nicht flüchtig ist.

5 *g* der trimethylirten Milchsäure in 100 *g* Wasser gelöst, gaben bei der Destillation aus dem Ölbade bei 110° C. ein Destillat, in welchem ein Tropfen $^1/_{10}$-Normalkalilauge auf Zusatz von Phenolphtaleïn eine rothe Färbung hervorrief.

Der Rückstand, im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet, besteht aus einer trimethylirten Milchsäure.

Hydrolyse der Trimethylmilchsäure.

Nach Erlenmeyer[3] zerfällt die Äthylidenmilchsäure beim Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure auf 130° in Aldehyd und Ameisensäure. Die ganz ähnliche Constitution der trimethylirten Säure liess erwarten, dass unter ähnlichen Umständen das bisher

---

[1] Unterbricht man an dieser Stelle die Operation und oxydirt den Rückstand mit Kaliumbichromatschwefelsäure, so gelangt man zur Trimethylessigsäure. Diese Bereitungsweise ist wegen der trägen Oxydirbarkeit des Pinakolins durch Chromsäure der Friedel-Silva'schen Vorschrift vorzuziehen.

[2] Auf diese Art geht die werthvolle Trimethylessigsäure nicht verloren.

[3] Zeitschrift für Chemie, 1868, S. 343.

unbekannte Aldehyd der Trimethylessigsäure zu gewinnen sein wird. Als ich jedoch versuchshalber einen Theil der Säure mit sechs Theilen 25% Schwefelsäure durch 15 Stunden bei 160° erhitzte, war in der Reactionsflüssigkeit, die einen schwachen aldehydartigen Geruch besass, mit alkalischem Silbernitrat kaum eine Spiegelbildung nachweisbar. Stärkere Schwefelsäure bei gleichzeitiger höherer Erhitzung heranzuziehen, schien mir wegen der leichten Veränderlichkeit der Aldehyde nicht rathsam. Ich befolgte daher das nachstehend beschriebene Verfahren, das zu recht gutem Resultate führte.

Ein Theil der Säure wurde mit der drei- bis vierfachen Gewichtsmenge 90% Schwefelsäure am Rückflusskühler im Wasserbade bei einer 50° nicht übersteigenden Temperatur bis zum Aufhören der Gasentwicklung erhitzt. Das sich entwickelnde Gas wurde durch seine negative Reaction gegen Barytwasser und Zersetzung einer Palladiumchlorürlösung als Kohlenoxyd nachgewiesen. Die Reactionsflüssigkeit färbt sich dabei schwach gelblich. Nach Beendigung der Gasentwicklung verdünnt man vorsichtig mit etwa 20 Theilen Wasser und destillirt. Hiebei geht ein farbloses, in Wasser kaum lösliches, obenauf schwimmendes Öl von aldehydartigem Geruch über. Die Thatsache, dass die Ameisensäure durch die Einwirkung concentrirter Schwefelsäure in Wasser und Kohlenoxyd zerfällt, erklärt das Auftreten dieses Gases und würde somit eine völlige Analogie zwischen der Milchsäure und dieser Säure bestehen. Der chemische Process entspräche dann der Gleichung:

$$\begin{array}{l} C(CH_3)_3 \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{array} = \begin{array}{l} C(CH_3)_3 \\ | \\ COH \end{array} + CO + H_2O.$$

Auf diese Art erhielt ich, von 10 *g* der trimethylirten Milchsäure ausgehend, 5·2 *g* des öligen, über $CaCl_2$ getrockneten Productes, entsprechend einer 80%igen Ausbeute im Sinne vorstehender Gleichung.

Der grösste Theil dieses Öles siedete in CO_2-Atmosphäre bei 92—94° (uncorr.), worauf dann das Thermometer plötzlich stieg und der kleine Rückstand bei 200—205° als ein dickflüssiges,

nicht erstarrendes Öl überging. Auf die Untersuchung dieses letzteren, nur in sehr geringer Menge gewonnenen Körpers musste ich verzichten; da er jedoch Silberlösung reducirt, so dürfte er als ein Polymeres der flüchtigen Flüssigkeit anzusprechen sein.

Die bei 92—94° übergehende Flüssigkeit reducirt nämlich ebenfalls die Silberlösung, regenerirt die Farbe einer mit SO_2 entfärbten Fuchsinlösung, wird aber weder von concentrirter Natronlauge, noch durch Natriumamalgam gefärbt, respective verharzt. Die Einwirkung reducirender Agentien wurde nicht weiter verfolgt.

Die Elementaranalyse ergab:

I. 0·3228 *g* gaben 0·3392 *g* H_2O und 0·8195 *g* CO_2.
II. 0·3232 *g* gaben 0·3394 *g* H_2O und 0·8210 *g* CO_2.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_5H_{10}O$
	I.	II.	
Kohlenstoff	69·23	69·27	69·76
Wasserstoff	11·67	11·66	11·65.

Die Dampfdichte nach V. Meyer, im Xyloldampfe ausgeführt, ergab:

0·0574 *g* gaben 16·5 cm^3 feuchter Luft bei 22·5° C. und 749 *mm* Barometerstand, entsprechend einer Dichte 3·02 bezogen auf Luft.

Hieraus ergibt sich:

	Gefunden	Berechnet für $C_5H_{10}O$
Moleculargewicht	87·3	86·0.

Silberoxyd oxydirt sehr langsam. Chromsäure (10%) reagirt in der Kälte ebenfalls schwach; nach viertägigem Stehen unter öfterem Umschütteln ist der Aldehydgeruch verschwunden; die Wärme begünstigt die Oxydation. Die durch die Oxydation mit Kaliumbichromatschwefelsäure gewonnene Säure gab jedoch ein

Silber- und Kalksalz, die schon in ihrem äusseren Aussehen mehr denen der Essigsäure als der Trimethylessigsäure glichen. Die Analyse ergab folgendes Resultat:

I. 0·5475 *g* des Silbersalzes hinterliessen beim Glühen 0·344 *g* Silber.

II. 0·1686 *g* des bei 110° getrockneten Calciumsalzes gaben 0·1362 *g* $CaSO_4$, entsprechend 0·0401 *g* Ca.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für	
	I.	II.	$C_2H_3O_2Ag$	$(C_2H_3O_2)_2Ca$
Silber.....	62·8	—	64·67	—
Calcium ...	—	23·78	—	25·31.

Das Calciumsalz auf die äquivalente Menge Silber umgerechnet ergibt 62·74%. Das trimethylessigsaure Silber verlangt 51·67% Ag, das Calciumsalz 16·52% an Ca.

Diese Nichtübereinstimmung mit den erwarteten Zahlen erlaubt folgende Schlussfolgerung: Entweder ist die bei 92—94° übergegangene Flüssigkeit doch nicht einheitlich, trotz der gut stimmenden Elementaranalysen und Moleculargewichtsbestimmung, oder aber das Trimethylacetaldehyd ist leicht tiefer oxydirbar, so zwar, dass der Oxydationsprocess nicht bei der Entstehung der Trimethylessigsäure stehen bleibt. Überdies ist es auffallend, dass ich bei der Oxydation des hydrolytisch gewonnenen Körpers Kohlensäure, wenn auch nicht in beträchtlichen Mengen, nachweisen konnte. Es wiederholt sich hier vielleicht ein analoger Process, wie er bei der Oxydation des Pinakolins nachweisbar ist: auch das Pinakolin liefert neben Trimethylessigsäure bei der Oxydation Essigsäure.

Wohl wissen wir, dass die Trimethylessigsäure gegenüber der oxydirenden Wirkung der Chromsäure beständig ist. Friedel und Silva[1] geben ferner an, dass sie durch trockene Destillation eines Gemisches von Calciumformiat und Calciumtrimethylacetat

[1] Compt. rend., 1873.

eine kleine Menge eines aldehydartigen Körpers erhielten, der durch Oxydation in Trimethylessigsäure überging. Dies ist aber auch Alles, was sie über das vermeintliche Trimethylacetaldehyd aussagen.

Ich beabsichtige, zur Lösung der vorstehend dargelegten Widersprüche eine grössere Menge des Spaltungsproductes der trimethylirten Athylidenmilchsäure darzustellen, um die einheitliche Natur desselben bestätigen oder widerlegen zu können, und durch Darstellung des „Aldehyds" nach Friedel und Silva Parallelversuche zu ermöglichen.

Über die Emissionsspectra des Neodym- und Praseodymoxydes und über neodymhaltende Leuchtsteine

(Vorläufige Mittheilung)

von

Ludwig Haitinger.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Ad. Lieben an der k. k. Universität in Wien.

(Mit 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Fast alle festen Körper emittiren bei Glühhitze Licht, dessen Spectrum keine Discontinuität aufweist. Ausnahmen von dieser Regel wurden von Bahr und von Bunsen bei der Erbin- und Didymerde gefunden. Diese Körper geben beim Glühen vorzugsweise Licht jener Wellenlängen, welches beim Durchgang durch Lösungen derselben Erden auch vorzugsweise absorbirt wird.

Das Emissionsspectrum des Didymoxyds enthält nach Bunsen's Zeichnung[1] zwei helle Streifen in der Nähe der Sonnenlinien *D* und *E*. Auer v. Welsbach zerlegte später[2] das alte Didym in Praseodym und Neodym; er fand, dass nur dem letzteren ein discontinuirliches Emissionsspectrum entspreche. Die Zeichnung desselben stimmt im Wesentlichen mit derjenigen Bunsen's überein, zeigt aber noch eine schwächere Bande im Roth.

In Verfolgung anderer Untersuchungen schien es mir interessant, das Verhalten neodymhaltiger Thonerde beim Glühen zu studiren. Der besonderen Freundlichkeit des Herrn Dr. Auer

---

[1] Annalen, 137, 16.

[2] Monatshefte für Chemie, 1885, 477.

v. Welsbach verdanke ich das zu den Versuchen dienende Neodymammonnitrat, sowie auch etwas Praseodymammonnitrat.

Ich bemerke, dass das verwendete Neodymsalz noch merklich Praseodym, auch noch Spuren anderer Erden enthielt und muss daher ausdrücklich hervorheben, dass die beigefügten Zeichnungen nur als vorläufige gelten können.[1]

Zur Untersuchung der Emissionserscheinungen wurden die Oxyde in feinster Vertheilung verwendet, wie man sie analog den zur Incandescenzgasbeleuchtung nach Auer v. Welsbach benützten „Mänteln" durch Imprägniren von Baumwollgeweben mit den entsprechenden Nitratlösungen und Veraschen erhält.

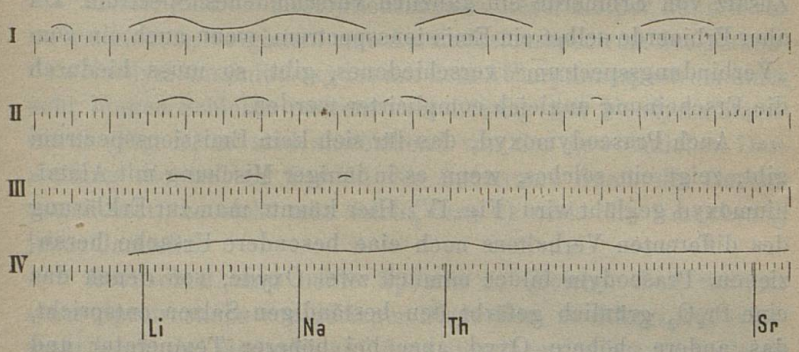


Fig. 1.

Das Spectrum eines derartigen, in einer Bunsenflamme zum Glühen gebrachten neodymhaltigen Aluminiumoxydes zeichnet sich durch besondere Deutlichkeit aus. Fig. I ist nach Beobachtung mittelst eines Spectroskops von Krüss mit einem Prisma entworfen. Lage und Intensität der hellen Linien sind durch die Curven angedeutet. Die beiden Hauptbanden im Gelb und Grün stimmen genau mit Bunsen's Zeichnung; es treten noch zwei schwächere im Roth und Blau und eine ganz schmale im äussersten Roth hinzu.

Es ist bemerkenswerth, dass Thonerde, die nur 1% oder weniger an Neodymoxyd enthält, schon deutlich die hellen Streifen erkennen lässt. Neodymoxyd für sich gibt dieselben nur

[1] Eine sehr entgegenkommende Zusage des genannten Forschers wird mir in Kürze ermöglichen, an ganz reinen Materialien die genauen Werthe ermitteln zu können.

sehr undeutlich, und noch undeutlicher, wenn es vorher lange in der Flamme erhitzt wurde, wodurch es als einer der feuerbeständigsten Körper etwa noch gegenwärtige Verunreinigungen gewiss nur verlieren konnte. Anderseits treten wieder deutlich discontinuirliche Spectra ganz ähnlichen Charakters auf beim Glühen inniger Mischungen von Neodymoxyd mit anderen Oxyden, z. B. Magnesiumoxyd.

In diesem Falle erscheinen die hellen Banden etwas gegen Roth hin verschoben. Ich will nicht unerwähnt lassen, dass auch Auer v. Welsbach die Möglickeit andeutet, das Emissionsspectrum des Neodymoxyds zu „variiren". So gibt das Oxyd auf Zusatz von Erbinerde ein gänzlich verschiedenes Spectrum. Da aber Erbinerde selbst ein Emissionsspectrum, wenn auch ein vom „Verbindungsspectrum" verschiedenes, gibt, so muss hiedurch die Erscheinung ungleich complicirter werden.

Auch Praseodymoxyd, das für sich kein Emissionsspectrum gibt, zeigt ein solches, wenn es in inniger Mischung mit Aluminiumoxyd geglüht wird (Fig. IV). Hier könnte man zur Erklärung des differenten Verhaltens noch eine besondere Ursache heranziehen. Praseodym bildet nämlich zwei Oxyde, von denen das eine Pr_2O_3 grünlich gefärbt den beständigen Salzen entspricht, das andere, höhere Oxyd aber bei höherer Temperatur und Gegenwart von Sauerstoff immer und sofort entsteht.[1] Dieses höhere Oxyd ist fast schwarz, das geglühte Praseodymaluminiumoxyd aber weiss oder grünlich gefärbt und enthält Pr, wahrscheinlich als Pr_2O_3. Man könnte also das Fehlen eines Emissionsspectrums durch die höhere Oxydationsform des Praseodyms erklären, in welche es sofort eingeht, wenn es für sich geglüht wird.

Ohne diese Frage für entschieden zu halten, will ich anführen, dass ich an in reducirender Atmosphäre (Luft in Leuchtgas brennend, nach Art des bekannten Vorlesungsexperimentes) glühenden Praseodymoxyd kein discontinuirliches Spectrum wahrnehmen konnte.

Zur Wahrnehmbarkeit discontinuirlicher Spectra ist also sowohl beim Praseodym-, als beim Neodymoxyd die Gegenwart

---

[1] Vergl. Auer v. Welsbach, l. c.

fremder Oxyde günstig, vielleicht nothwendig. Nach Bunsen's Ansicht und dem Kirchhoff'schen Theorem sind die Emissionsspectra die Umkehrung der Absorptionsspectra, und es ist interessant, zu sehen, dass die stark geglühten Oxydgemische Absorptionsspectra zeigen, die, wie ihre Emissionsspectra, ähnlich aber nicht völlig gleich sind. Neodymaluminiumoxyd zeigt im reflectirten Tageslicht ein aus mehreren feinen Linien bestehendes dunkles Band, dessen Begrenzung gegen Roth hin mit der *D*-Linie zusammenfällt. Neodymmagnesiumoxyd zeigt ein ganz ähnliches Band auf der entgegengesetzten Seite der *D*-Linie, also gegen Roth hin verschoben.

Leider sind die Absorptionsspectra dieser Körper nur schwer zu beobachten. Vergleicht man das Emissionsspectrum des glühenden Neodymaluminiumoxydes mit dem Absorptionsspectrum einer sehr langen Schichte concentrirter Lösung von Neodymammonnitrat (Fig. II, es sind abweichend von der gewöhnlichen Darstellung die hellen Partien des Spectrums durch die Curven angedeutet), so sieht man leicht, dass es nicht die Umkehrung jenes darstellt.

Beobachtet man beide Spectra zu gleicher Zeit mittelst eines Spectroskops von geringer Dispersion, so drängt sich vielmehr leicht der Gedanke auf, dass dieselben der Art nach gleich und die hellen Streifen beider nur gewissermassen in einem anderen Maassstabe projicirt seien. Dies stünde im directen Widerspruch zu der geltenden Ansicht, und ich bin auch weit entfernt, auf Grund obiger vereinzelter, vielleicht zufälliger Analogie die geäusserte Möglichkeit für irgend begründet hinstellen zu wollen.

Immerhin scheint es mir interessant, bei Untersuchung von Absorptionsspectren nicht nur Werth auf die Maxima der Absorptionen, sondern auch auf die Lage der hellsten Streifen bei Anwendung sehr langer absorbirender Schichten zu legen. Dass denselben vielleicht eine gewisse Bedeutung innewohnt, erhellt aus folgenden Beobachtungen, die ich an neodymhaltenden Leuchtsteinen machen konnte.

Zum Versuche der Gewinnung solcher wurde ich angeregt durch die schönen Untersuchungen von Klatt und Lenard,[1]

[1] Wiedemann's Annalen der Physik, 38, 90.

welche nachwiesen, dass das von Leuchtsteinen emittirte Licht nur abhängig ist von der Natur einer ganz geringen Menge gewisser in ihnen enthaltener Metalle. So haben sie in den Spectren von Cu, Mn, Bi haltenden Leuchtsteinen genau bestimmbare Lichtmaxima gefunden. Es schien mir interessant, diese wichtigen Beobachtungen auf den Einfluss von Neodym auszudehnen und eventuelle Lichtmaxima mit jenen des Emissions- oder Absorptionsspectrums zu vergleichen.

Zur Darstellung des Leuchtsteines bin ich genau dem von Klatt und Lenard vorgezeigten Wege gefolgt, unter Anwendung von $\frac{3}{10.000} - \frac{7}{10.000}$ Neodymoxyd vom Gewichte des angewandten Kalkes. Der erhaltene Leuchtstein zeigt nach Bestrahlung im Sonnenlichte eine mässig intensive, rosa bis gelbe Phosphorescenz, die durch gelindes Erwärmen — wie bei allen Leuchtsteinen — sehr lebhaft wird. Die Nüance des Phosphorescenzlichtes wird dabei fast rein gelb. Im Spectrum desselben kann man unter Benützung eines lichtstarken Spectroskops ausser einer Aufhellung im brechbaren Theile drei gut begrenzte Banden (Fig. III) unterscheiden, von denen die rothe und gelbe in ihrer Lage genau übereinstimmen mit den hellen Banden eines Absorptionsspectrums ganz concentrirter Lösung von Neodymsalz in langer Schichte. Ich will noch hervorheben, dass ich mich durch Controlversuche überzeugte, dass die angewandten Materialien ohne Neodymzusatz keine phosphorescirenden Producte gaben.

Zum Schlusse möchte ich noch einiges über die Intensität des von glühenden Oxyden emittirten Lichtes bemerken. Thonerde z. B. gibt, wenn sie einige Zeit in der Flamme geglüht hat, nur wenig Licht, durch photographische Aufnahme des Spectrums (unter Anwendung des Quarzspectrographen von Prof. Eder [1]) konnte ich jedoch constatiren, dass dasselbe reich an violetten und ultravioletten (bis $\lambda = 3100$) Strahlen ist. Zusatz von Neodymoxyd, welches für sich geglüht auch nur mässig leuchtet, erhöht die Totalintensität des sichtbaren Lichtes ganz merklich.[2]

---

[1] Vergl. Denkschriften der kais. Akad. der Wissensch., Bd. 57.

[2] Durch photographische Aufnahme konnten auch Lichtmaxima im ultravioletten Theile constatirt werden. Da aber zum Erhitzen eine Leuchtgasflamme verwendet wurde, deren Lichtmaxima (vergl. Eder l. c.) theil-

So wie Neodymoxyd wirken noch viele andere Substanzen, zum Theile in einem geradezu erstaunlichen Maasse. Es sind diese Beobachtungen in eine Reihe zu stellen mit jenen, welche Auer v. Welsbach an anderen Oxydcombinationen schon vor längerer Zeit gemacht hat,[1] und habe ich die Hoffnung, diese Reihe von Erscheinungen in Beziehung zu einer anderen, ziemlich gut studirten, bringen zu können.

Ich erlaube mir, an dieser Stelle Herrn Prof. A. Lieben und Herrn Director J. M. Eder für die ausserordentliche Zuvorkommenheit, mit der sie mir die Benützung der Mittel der von ihnen geleiteten Institute gestatteten, meinen ganz besonderen Dank auszudrücken.

---

weise mit denen des Oxyds zusammenfallen, unterlasse ich die graphische Reproduction. Der Versuch muss mit einer Wasserstoffflamme wiederholt werden.

[1] Deutsches Reichs-Patent Nr. 39162.

Über die Einwirkung der salpetrigen Säure auf Resorcindiäthyläther und Triäthylresorcin

von

Alfred Kraus.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Dr. Adolf Lieben an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Herzig und Zeisel[1] haben bei der Äthylirung des Resorcins mit einem grossen Überschuss an Jodäthyl und Kali neben anderen Producten eine Substanz von der Zusammensetzung $C_{12}H_{18}O_2$ erhalten, welche von ihnen als ein Gemenge des Äthylresorcindiäthyläthers und eines Diäthylresorcinmonoäthyläthers der secundär-tertiären Form angesehen wird.

Es war jedoch den genannten Autoren weder möglich, diese beiden Producte durch Destillation zu trennen, noch auch etwa in Form ihrer Derivate jedes für sich nachzuweisen. Sie mussten sich begnügen, die Zusammensetzung dieses Gemisches auf indirectem Wege durch die Elementaranalyse und Äthoxylbestimmung zu erschliessen.

In der Einwirkung der salpetrigen Säure auf das Herzig-Zeisel'sche Triäthylresorcin hat sich nun ein Weg geboten, wenigstens die eine der Componenten in gut definirter Form, nämlich als Nitrosoäthylresorcinmonoäthyläther abzuscheiden und weiter zu untersuchen.

Resorcindiäthyläther wurde bereits von Aronheim[2] nitrosirt. Er liess auf die verdünnte essigsaure Lösung des Äthers die berechnete Menge Salpetrigsäurelösung (welche in 100 Theilen 11 Theile N_2O_3 und 89 Theile H_2SO_4 enthielt) in der Kälte ein-

[1] Monatshefte, XI, 291.

[2] Berliner Berichte, XII, 30.

wirken und erhielt so ein in Wasser und anderen indifferenten Lösungsmitteln unlösliches gelbes, krystallinisches Product von der Zusammensetzung $C_8H_9NO_3$, welches sich in Alkalilauge mit braunrother Farbe löste und durch concentrirte Salpetersäure in einen Dinitroresorcinmonoäthyläther von phenolischem Charakter übergeführt wurde.

Von Weselsky und Benedikt[1] wurde der Resorcindiäthyläther auf eine andere Art nitrosirt.

Sie liessen auf denselben Amylnitrit und Salzsäure in alkoholischer Lösung unter Kühlung einwirken und erhielten auf diese Weise dasselbe Product, welches Aronheim dargestellt hatte. Durch Einleiten salpetrigsaurer Dämpfe in Äther, welcher sehr fein vertheilten Nitrosoresorcinäther suspendirt enthielt, gelang es obgenannten Chemikern, einen Mononitroresorcinmonoäthyläther zur Darstellung zu bringen.

Da sowohl das Aronheim'sche Dinitroproduct, wie auch der Mononitroresorcinäther Phenole sind, so muss geschlossen werden, dass auch die Muttersubstanz dieser beiden Derivate ein freies phenolisches Hydroxyl enthält.

Die Annahme, dass die Löslichkeit der ursprünglichen Verbindung in Lauge auf der Gegenwart einer Isonitrosogruppe beruhe, und dass jenes der Sauerstoffatome, welches nicht als Äthoxyl vorhanden ist, in Form einer CO-Gruppe in der Verbindung vorhanden sei, wird durch die Beobachtung von Aronheim, dass der Körper die für alle wahren Nitrosoverbindungen charakteristische Liebermann'sche Reaction zeigt, widerlegt. Demzufolge spricht auch Aronheim denselben als einfach nitrosirten Monoäthyläther des Resorcins an.

Einen directen Beweis jedoch für die Gegenwart eines freien Hydroxyls hat er nicht erbracht, ebensowenig war es ihm möglich, die Stellung der Nitrosogruppe zu ermitteln. Er versuchte zwar das Nitrosoproduct zu dem entsprechenden Amin zu reduciren, dieses war jedoch wegen seiner Unbeständigkeit einer weiteren Untersuchung unzugänglich.

Bevor ich an die Untersuchung des oben erwähnten Triäthylresorcins herantrat, habe ich theils zu meiner Orientirung,

[1] Monatshefte, 1880, S. 896.

theils um die Lücken der Aronheim'schen Versuche auszufüllen, die Einwirkung der salpetrigen Säure auf Resorcindiäthyläther studirt.

Ich erhielt — allerdings in etwas anderer Weise als der genannte Forscher — den Nitrosoresorcinmonoäthyläther mit wesentlich denselben Eigenschaften, die Aronheim angibt, nur bezüglich der Löslichkeit des Körpers wichen meine Beobachtungen von den seinigen ab.

Daneben entstand unter den von mir eingehaltenen Versuchsbedingungen auch ein Nitrosoresorcindiäthyläther, den Aronheim offenbar nicht beobachtet hat, da er ausdrücklich das Fehlen dieser Verbindung unter den Reactionsproducten der salpetrigen Säure mit Resorcindiäthyläther auffallend findet.

Aus dem Nitrosoresorcinmonoäthyläther konnte ich nach der Baumann'schen Methode ein wohl charakterisirtes Benzoylderivat gewinnen, überdies habe ich die Gegenwart einer Äthoxylgruppe nachzuweisen vermocht. Mit Rücksicht auf die bei Phenolen in neuerer Zeit beobachteten Umlagerungen und auf die Thatsache, dass die salpetrige Säure auffallenderweise schon in der Kälte eine der sonst so fest gebundenen Äthoxylgruppen des Resorcindiäthyläthers abspaltet, demnach dieser Körper sich als ein energisch wirkendes Reagens erweist, im Hinblick endlich auf bekannte Atomverschiebungen, welche die salpetrige Säure bei Verbindungen, die anderen Körperclassen angehören, herbeiführt, dürfte die Bestimmung des Äthoxylgehaltes der Aronheim'schen Nitrosoverbindung wohl nicht als überflüssig erscheinen.

Nach Aronheim's und meinen Versuchen steht es nun fest, dass dem Nitrosoresorcinmonoäthyläther die durch diesen Namen angedeutete Constitution zukommt.

Der durch die Einwirkung der salpetrigen Säure auf das Herzig-Zeisel'sche Triäthylresorcin von mir gewonnene Körper enthält ebenfalls eine Äthoxylgruppe und ein freies Hydroxyl, welches durch die Darstellung des Monobenzoylderivates nachgewiesen wurde.

Durch Einwirkung von Zinn und Salzsäure wurde dann das Chlorhydrat einer Base von der Zusammensetzung $C_{10}H_{15}NO_2$ erhalten, welches leidlich beständig ist.

Hydroxylamin und Phenylhydrazin sind auf das Product ohne Einwirkung, eine reactive CO-Gruppe demnach nicht vorhanden.

Durch die Einwirkung von concentrirter Salpetersäure konnte bloss Oxalsäure (qualitativ nachgewiesen) gewonnen werden.

Auch dieses Product, wie auch die anderen von mir dargestellten Nitrosoproducte zeigen die Liebermann'sche Reaction.

Alles dies zusammengenommen führt zur Formel

$$C_6H_2 . NO . C_2H_5 \begin{cases} OH \\ OC_2H_5 \end{cases}$$

als dem Ausdrucke für die Constitution des Körpers. Die Entstehung desselben beweist, dass wirklich, wie Herzig und Zeisel dies angenommen, im Triäthylresorcingemenge der Diäthyläther des Äthylresorcins enthalten ist. Der andere Gemengtheil scheint bei der Einwirkung der salpetrigen Säure in der Kälte nicht verändert zu werden. Die Untersuchung desselben, welche nach der Entfernung des einen Triäthylresorcins durch HNO_2 voraussichtlich keine allzu grossen Schwierigkeiten bereiten wird, behalten sich Herzig und Zeisel vor.

A. Einwirkung der salpetrigen Säure auf Resorcindiäthyläther.

Ausgegangen wurde vom Resorcindiäthyläther, welcher nach den Angaben von Herzig und Zeisel dargestellt und gereinigt worden war.

Ein Theil des Äthers wurde in 10 Theilen Eisessig gelöst und diese Lösung mit Salzsäuregas gesättigt. Hierauf wurde tropfenweise die doppelte Menge des berechneten salpetrigsauren Alkalis zugefügt, wobei stets gekühlt und der Kolben zeitweise geschüttelt wurde. Gleich nach den ersten Tropfen des salpetrigsauren Natrons entsteht Dunkelfärbung, bis die ganze Flüssigkeit von einem dunkelgrünen Niederschlag erfüllt ist.

Etwa eine halbe Stunde nach dem Eintragen des Nitrits geht die Farbe in eine kaffeebraune über, und die Reaction ist als beendet zu betrachten. Nach dem Verdünnen mit Wasser wird filtrirt.

Aus dem weinrothen Filtrate konnte durch Schütteln mit Äther nur eine geringe Menge einer schmierigen, gefärbten Substanz isolirt werden, welche nicht weiter untersucht wurde.

Die am Filter zurückgebliebenen Krystalle hatten eine gelbgrüne Farbe; sie wurden mit verdünnter Kalilauge in der Kälte behandelt, worin sich der grösste Theil der Krystalle mit dunkelrother Farbe löste, ein Theil jedoch ungelöst blieb. Dieser in Lauge unlösliche Antheil wird später beschrieben werden; er erwies sich als der Nitrosoresorcindiäthyläther. Die kalische Lösung schied, mit verdünnter HCl bis zur sauren Reaction versetzt, einen voluminösen lichtgelben Niederschlag ab, der die ganze Flüssigkeit erfüllte; er wurde abgesaugt und gewaschen.

Obgleich Aronheim angibt, dass sein Product in allen Lösungsmitteln, Lauge ausgenommen, unlöslich ist, so fand ich doch, dass die von mir dargestellte Verbindung sehr schön sowohl aus heissem Wasser, wie aus heissem Alkohol krystallisirt und daher sehr leicht rein erhalten werden kann.

Die aus Wasser erhaltenen Krystalle haben das Aussehen von mattgelben, dünnen Blättchen, während die aus Alkohol gewonnenen Krystalle heller sind und sich durch einen seidenartigen Glanz auszeichnen. Beim Erhitzen tritt bei ungefähr 150° Zersetzung ein, ohne dass die Substanz vorher schmilzt.

Nach der Elementaranalyse besitzt die Verbindung die Zusammensetzung eines Mononitrosoresorcinmonoäthyläthers $C_6H_3 . NO . OH . OC_2H_5$.

I. 0·219 *g* der aus Alkohol umkrystallisirten, vacuumtrockenen Substanz lieferten 0·4615 *g* Kohlensäure und 0·1065 *g* Wasser.

II. 0·243 *g* derselben Substanz gaben bei der Äthoxylbestimmung 0·344 *g* Jodsilber.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_6H_3NO.OH.OC_2H_5$
	I.	II.	
C.....	57·47	—	57·48
H.....	5·40	—	5·38
OC_2H_5...	—	27·10	26·94.

Nitrosoresorcindiäthyläther.

Bei der Darstellung des Nitrosoresorcinmonoäthyläthers wurde erwähnt, dass ein Theil der Krystalle bei der Behandlung mit KOH sich als vollkommen unlöslich darin erwies.

Die am Filter gesammelten Krystalle zeigten eine heliotrope Farbe und wurden durch Waschen mit kaltem Alkohol so lange gereinigt, bis kein Geruch nach Resorcindiäthyläther bemerkbar war, wobei die Farbe in Blassrosa überging.

Die Verbindung löst sich unter theilweiser Zersetzung, die am Nachdunkeln erkennbar ist, in heissem Alkohol. Eine ähnliche Zersetzung scheint auch durch Einwirkung anderer indifferenter Lösungsmittel, falls sie warm angewendet werden, zu erfolgen.

Ich nahm daher vom Umkrystallisiren Abstand und unterwarf die Substanz nach dem Waschen mit kaltem Alkohol, der nur wenig davon aufnimmt, und Trocknen im Vacuum der Elementaranalyse.

I. 0·1975 *g* wie oben erwähnt gereinigter Substanz lieferten 0·446 *g* Kohlensäure und 0·11825 *g* Wasser.

II. 0·190 *g* aus Alkohol umkrystallisirter Substanz lieferten 0·4275 *g* Kohlensäure und 0·1105 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_6H_3.NO.(OC_2H_5)_2$
	I.	II.	
C.....	61·57	61·36	61·53
H.....	6·65	6·46	6·66.

Die Ausbeute des Diäthyläthers ist weitaus geringer als die des Monoäthyläthers. Aus 100 Theilen Resorcindiäthyläther erhielt ich nach obiger Darstellungsweise ungefähr 60 Theile Nitrosoresorcinmonoäthyläther und etwa 20 Theile Nitrosoresorcindiäthyläther. Der Diäthyläther schmilzt bei 122—123° und ist in der Kälte in Chloroform, Benzol und etwas schwerer in Äther löslich.

In concentrirter Schwefelsäure, wie auch in Salzsäure löst er sich mit intensiv blauer Farbe auf, eine Eigenschaft, die

übrigens viele Nitrosoderivate mit ihm gemein haben; durch Wasser entsteht wiederum Entfärbung. Der hiebei gebildete Farbstoff konnte nicht in passender Form isolirt werden.

Benzoylderivat des Nitrosoresorcinmonoäthyläthers.

Bei der Darstellung dieser Verbindung wurde folgenderweise vorgegangen:

Der Äther wurde in einer Stöpselflasche in der zehnfachen Menge 10%iger Natronlauge gelöst, dann die doppelte Menge des berechneten Benzoylchlorids nach und nach zugesetzt und die Flasche heftig geschüttelt. Bald fiel ein gelber, flockiger Niederschlag heraus, der sich bei weiterem Schütteln noch vermehrte. Die Krystalle wurden am Filter gesammelt, mit Wasser gewaschen, getrocknet und aus Alkohol umkrystallisirt. Die aus Alkohol gewonnene Verbindung zeigte schöne gelbe Krystalle, die bei 155° schmolzen.

Die Elementaranalyse ergab, dass die Hydroxylgruppe des Nitrosoresorcinmonoäthyläthers hier durch den Benzoylrest ersetzt worden war.

I. 0·251 *g* vacuumtrockener Substanz lieferten 0·610 *g* Kohlensäure und 0·105 *g* Wasser.

II. 0·295 *g* vacuumtrockener Substanz gaben bei der Stickstoffbestimmung nach Limpricht 0·01563 *g* Stickstoff.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_6H_3.NO.OC_2H_5.C_7H_5O_2$
	I.	II.	
C.....	66·28	—	66·42
H.....	4·65	—	4·79
N.....	—	5·29	5·16.

B. Einwirkung der salpetrigen Säure auf das Gemenge der Triäthylresorcine.

Herzig und Zeisel erhielten bei der Äthylirung des Resorcins nächst dem Resorcindiäthyläther als zweite grössere Fraction ein bei 146—151° (19 *mm* Druck) übergehendes, gelbliches Öl, welches aber nicht homogen ist, sondern ein Gemenge von

wechselnden Quantitäten zweier Verbindungen darstellt, die sich durch die Zahl der Äthoxylgruppen von einander unterscheiden. Bei der Verbrennung lieferte das Öl Kohlenstoff- und Wasserstoffzahlen, die mit der von der Formel $C_6H_3(C_2H_5)_3O_2$ geforderten gut übereinstimmten.

Aus dem Äthoxylgehalte dieses Gemenges und seinem Verhalten gegen HCl und HJ glaubten Herzig und Zeisel mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen zu dürfen, dass hier die Verbindung $C_6H_3(C_2H_5).(OC_2H_5)_2$ also ein Homologes des Resorcindiäthyläthers, und zwar in grösserer Menge auftretend, und ferner die nur eine Äthoxylgruppe enthaltende Verbindung $C_6H_3(C_2H_5)_2(OC_2H_5).O$ vorliege.

Da diese Verbindungen sehr nahe liegende Siedepunkte haben, konnten sie durch fractionirte Destillation nicht getrennt werden.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde, glaube ich in der Einwirkung der salpetrigen Säure einen Weg zur Trennung dieser Verbindungen ermittelt zu haben.

Nitrosoäthylresorcinmonoäthyläther.

Das Triäthylresorcin wurde in der zehnfachen Menge absoluten Alkohols gelöst und in diese Lösung etwas mehr als ein Moleculargewicht einer Natriumnitritlösung für je ein Moleculargewicht Triäthylresorcin eintropfen gelassen. Die Mischung wird erwärmt und zu der warmen Lösung so lange tropfenweise concentrirte HCl zugesetzt, bis die Flüssigkeit eine braungrüne Färbung angenommen hat.

Nach beendeter Reaction verdünnt man mit Wasser, wobei sich die Flüssigkeit mit einem flockigen Niederschlag erfüllt, der anfangs grün gefärbt ist, beim Stehen jedoch eine rothgelbe Farbe annimmt.

Aus dem Filtrate der krystallinischen Ausscheidung gewann ich durch Ausäthern einen öligen Körper. Dieses Öl, sowie auch das den Krystallen noch anhaftende enthielt unzweifelhaft den zweiten Gemengtheil des Gemisches, von dem ich ausgegangen war; es wurde zur weiteren Untersuchung vorläufig beiseite gestellt.

Die am Filter gesammelten und gewaschenen Krystalle wurden in KOH gelöst, die kalische Lösung zur Beseitigung des emulsionirenden Öles mit Äther geschüttelt.

Die vom Äther abgezogene Lösung schied beim Ansäuern einen voluminösen, gelben Niederschlag ab. Derselbe löst sich in der Kälte nur in Alkalien, in der Wärme in Wasser und den anderen gebräuchlichen Lösungsmitteln. Aus heissem Benzol krystallisirt die Verbindung in schönen gelben Prismen und wurde in dieser Form der Elementaranalyse unterzogen.

I. 0·2035 *g* bei 100° getrockneter Substanz lieferten 0·45775 *g* Kohlensäure und 0·1195 *g* Wasser.

II. 0·2305 *g* bei 100° getrockneter Substanz ergab bei der Äthoxylbestimmung 0·5283 *g* Jodsilber.

III. 0·2552 *g* bei 100° getrockneter Substanz lieferten bei der Stickstoffbestimmung nach Limpricht 0·01896 *g* Stickstoff.

In 100 Theilen:

	Gefunden			Berechnet für $C_6H_2.NO.C_2H_5.OH.OC_2H_5$
	I.	II.	III.	
C.....	61·35	—	—	61·53
H.....	6·52	—	—	6·66
OC_2H_5..	—	22·91	—	23·07
N.....	—	—	7·42	7·18.

Wie vorauszusehen war, liegt hier das Nitrosoderivat des äthylirten Resorcinmonoäthyläthers vor, das in vieler Beziehung das vollkommene Analogon des Nitrosoresorcinmonoäthyläthers bildet. Seine Ausbeute betrug ungefähr 60% des Ausgangsmaterials.

Beim Erhitzen zersetzt sich der Körper bei ungefähr 150°, ohne vorher zu schmelzen. Behandelt man mit Reductionsmitteln, so entsteht eine Base, die viel beständiger ist als die analoge des Nitrosoresorcinäthers.

Salpetersäure oxydirt zu Nitroproducten; doch scheint die Oxydation hiebei nicht stehen zu bleiben, sondern bis zu Oxalsäure vorzuschreiten.

Benzoylderivat des Nitrosoäthylresorcinmonoäthyläthers.

Diese Verbindung wurde auf dieselbe Weise dargestellt wie die analoge des Nitrosoresorcinäthers.

Die Krystalle, welche denen der analogen Verbindung täuschend ähnlich sind, erwiesen sich als in KOH unlöslich und zeigten einen Schmelzpunkt von 141—142°.

Bei der Analyse lieferte die aus Alkohol umkrystallisirte Substanz folgende Werthe:

I. 0·2448 *g* vacuumtrockener Substanz lieferten 0·613 *g* Kohlensäure und 0·130 *g* Wasser.

II. 0·2855 *g* vacuumtrockener Substanz ergaben bei der Stickstoffbestimmung nach Limpricht 0·013907 *g* Stickstoff.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_6H_2.NO.C_2H_5.OC_2H_5.C_7H_5O_2$
	I.	II.	
C.....	68·29	—	68·23
H.....	5·90	—	5·69
N.....	—	4·87	4·68.

Reduction des Nitrosoäthylresorcinmonoäthyläthers.

Ein Theil des Äthers wurde mit der doppelten Menge des berechneten Quantums klein zerschnittener Zinnfolie und mit der nothwendigen Menge HCl versetzt. Nach beendeter Reduction wurde mit Wasser verdünnt, in die Lösung Schwefelwasserstoffgas geleitet und vom abgeschiedenen Schwefelzinn abfiltrirt.

Durch Sättigen mit Na_2CO_3 wird die Base in weissen, krystallinischen Flocken abgeschieden, die sich an der Luft bald zersetzen und eine violette Farbe annehmen.

Es wurde daher das Filtrat vom Schwefelzinn durch Abdestilliren im Vacuum auf ein kleines Volumen eingeengt. Bald schieden sich weisse Blättchen des Chlorhydrats der Base ab, welche im Vacuum vollständig getrocknet und der Elementaranalyse unterzogen wurden.

I. 0·2205 *g* Substanz gaben 0·4475 *g* Kohlensäure und 0·132 *g* Wasser.

II. 0·30175 *g* Substanz lieferten bei der Chlorbestimmung 0·49881 *g* Chlorsilber.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_6H_2NH_2.HCl.C_2H_5.OH.OC_2H_5$
	I.	II.	
C.....	54·89	—	55·19
H.....	6·92	—	7·35
Cl	—	16·53	16·28.

Über das Bergapten

von

Dr. C. Pomeranz.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Dr. Adolf Lieben an der k. k. Universität in Wien

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

I.

Das ätherische Öl aus den Fruchtschalen von *Citrus Bergamia, Auronticae*, welches in der Parfumerie eine ausgedehnte Verwendung findet, scheidet beim längeren Aufbewahren einen gelblichen Bodensatz ab, der sich bei näherer Untersuchung als ein Magma von Krystallen erweist. Befreit man diesen Bodensatz durch Abpressen und Waschen mit kaltem Alkohol von dem anhängenden ätherischen Öl und krystallisirt ihn schliesslich aus kochendem Alkohol um, so erhält man das in Nadeln krystallisirende Stearopten des Bergamottöls,[1] das als Bergapten, Bergamottcampher, schon in den ersten Decennien dieses Jahrhunderts bekannt war.

Die ersten Angaben über die Zusammensetzung des Bergaptens rühren von Mulder[2] her, welcher dasselbe bei Gelegenheit seiner Untersuchung der ätherischen Öle, im Jahre 1839 analysirte.

In demselben Jahre veröffentlichte Ohme[3] eine im Laboratorium Wöhler's ausgeführte Arbeit, „Über die Zusammensetzung des Bergamottöls", in welcher ebenfalls zwei Analysen des Bergaptens vorkommen. Erst vier Jahrzehnte später wurde

[1] Kalbruner, Baumgärtner's Jahrb. d. Phys., 3, S. 367.

[2] Liebig's Annalen, 31, S. 70.

[3] Liebig's Annalen, 31, S. 132.

die Untersuchung dieses Stearoptens von Franke[1] wieder aufgenommen, welcher demselben die zweifellos falsche Formel $C_{17}H_{16}O_5$ beilegte und nichts weiter constatirte als, dass das Bergapten ein sehr resistenter Körper sei.

Im Nachstehenden erlaube ich mir nun meine eigenen Versuche zur Feststellung der Formel und der Structur des Bergaptens mitzutheilen.

Das zur Untersuchung verwendete Präparat stammte aus der bekannten Fabrik ätherischer Öle von Schimmel & Comp. Behufs Reinigung wurde das käufliche Bergapten zum Theil sublimirt, zum Theil aus Alkohol umkrystallisirt. Das Bergapten stellt zarte, weisse, seidenglänzende Nadeln dar, die geschmacklos und bei gewöhnlicher Temperatur auch geruchlos sind, beim Erhitzen jedoch aromatisch riechende Dämpfe entwickeln. Es löst sich nur schwer in kaltem Alkohol, leichter dagegen in siedendem Alkohol, Eisessig, Chloroform, Benzol und warmem Phenol. In kaltem Wasser ist es unlöslich. Kochendes Wasser nimmt nur Spuren davon auf, die sich beim Erkalten wieder ausscheiden. Das Bergapten schmilzt bei 188° C., bei welcher Temperatur es auch schon sublimirt. Mulder und Ohme geben die Schmelztemperatur des Bergaptens mit 205° C. an: der Unterschied ist vielleicht auf die Verschiedenheit der Methoden, nach welchen die Schmelzpunkte bestimmt wurden, zurückzuführen. Zur Analyse wurde sowohl das sublimirte, als auch das aus Alkohol umkrystallisirte Bergapten verwendet. Die Analyse ergab:

I. 0·1757 *g* sublimirten Bergaptens lieferten 0·4270 *g* CO_2 und 0·0579 *g* Wasser.

II. 0·2096 *g* sublimirten Bergaptens lieferten 0·5094 *g* CO_2 und 0·0702 *g* Wasser.

III. 0·1930 *g* sublimirten Bergaptens lieferten 0·4690 *g* Kohlendioxyd und 0·0662 *g* Wasser.

IV. 0·2102 *g* aus Alkohol krystallisirten Bergaptens lieferten 0·5126 *g* CO_2 und 0·0700 *g* Wasser.

---

[1] Dissertation, Erlangen, 1880.

Daraus in 100 Theilen Bergapten:

	Gefunden				Berechnet für C_3H_2O
	I.	II.	III.	IV.	
C	66·27	66·24	66·27	66·51	66·66
H	3·65	3·72	3·81	3·69	3·70.

Mulder und Ohme verwendeten zur Berechnung ihrer Analysen noch das falsche Atomgewicht des Kohlenstoffes von Berzelius C = 12·24 und fanden daher den Kohlenstoffgehalt des Bergaptens um etwa 0·5% zu hoch. Berechnet man nun aus den von ihnen gewogenen Kohlensäuremengen den Kohlenstoff mit Zuhilfenahme des richtigen Atomgewichtes C = 12, dann stimmen ihre Analysen mit den meinigen recht gut überein.

Nachdem das Verhältniss der Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatome im Bergapten durch die Analyse festgestellt war, suchte ich das Moleculargewicht desselben zu ermitteln. Ich bediente mich hiezu der kryoskopischen Methode und führte die entsprechenden Versuche im Beckmann'schen Apparate aus. Als Lösungsmittel verwendete ich Phenol; Benzol und Eisessig erwiesen sich als unbrauchbar, da selbst verdünnte Lösungen beim Abkühlen Bergapten abscheiden.

Die Schmelzpunktsdepression einer 1·665%igen Phenollösung von Bergapten betrug 0·57° C.[1] Daraus berechnet sich das Moleculargewicht des Bergaptens zu

$$222,$$

während die Theorie für

$$(C_3H_2O)_4 = C_{12}H_8O_4$$

$$216$$

verlangt.

Das Bergapten, welchem somit die Formel $C_{12}H_8O_4$ zukommt, ist in Alkalicarbonaten selbst in der Siedhitze unlöslich. Kalilauge löst es erst beim längeren Kochen auf und aus der alkalischen Lösung fällt durch Zusatz von Mineralsäuren oder durch

---

[1] Moleculardepression des Phenols = 76°.

Einleiten von Kohlendioxyd wieder unverändertes Bergapten heraus. Die Einwirkung von alkoholischem Kali auf das Stearopten ist genau dieselbe wie die des wässerigen, was der folgende Versuch beweist.

1 *g* Bergapten und 10 *g* Kaliumhydroxyd wurden mit 50 cm^3 Alkohol 2 Stunden lang am Rückflusskühler erhitzt. Hierauf wurde der Alkohol abdestillirt, der Rückstand in Wasser aufgenommen und die Lösung in zwei Hälften getheilt. Die eine Hälfte wurde mit Schwefelsäure angesäuert, in die andere dagegen Kohlendioxyd eingeleitet: in beiden Fällen entstand ein weisser Niederschlag. Der ausgeschiedene Körper erwies sich nach dem Auswaschen und Trocknen bei gewöhnlicher Temperatur, durch seinen Schmelzpunkt 187° C., als identisch mit dem Bergapten. Das Gewicht des zurückgewonnenen Stearoptens betrug nahezu 1 *g*.

Essigsäureanhydrid wirkt auf das Bergapten nicht ein. Man kann letzteres mit der fünffachen Gewichtsmenge Anhydrid im geschlossenen Rohr 6 Stunden lang bis auf 160° erhitzen, ohne dass es durch diese Behandlung irgendwelche nennenswerthe Veränderung — eine geringe Bräunung abgerechnet — erleiden würde.

Phenylhydrazin ist ohne jede Wirkung auf das Bergapten. Kochende Salzsäure verändert dasselbe ebenfalls nicht. Erhitzt man es dagegen mehrere Stunden mit verdünnter Salzsäure im Einschlussrohr auf 170° C., so entweicht beim Öffnen des letzteren ein Gas, das angezündet mit grüngesäumter Flamme verbrennt (Chlormethyl). Der Röhreninhalt stellt eine kohlige Masse dar, die von der Salzsäure abfiltrirt und mit kochendem Alkohol behandelt, ein zur Untersuchung wenig einladendes harziges Product liefert. Jodwasserstoffsäure vom specifischen Gewichte 1·7 verwandelt das Bergapten in der Siedhitze, unter Abspaltung von Jodmethyl, in ein braunes Harz.

Drei nach der Zeisel'schen Methode ausgeführte Methoxylbestimmungen ergaben ein nur wenig befriedigendes Resultat. Ich fand in 100 Theilen Bergapten:

I.	II.	III.
11·0	12·42	12·12

Theile Methoxyl, während die Theorie für eine Methoxylgruppe im Bergaptenmolekül 14·35% Methoxyl verlangt. Als ich jedoch die Methoxylbestimmungen statt mit Jodwasserstoffsäure allein, nach den Angaben von Herzig[1] mit einem Gemisch von Jodwasserstoffsäure und Essigsäureanhydrid wiederholte, erhielt ich Zahlen, die mit den berechneten recht gut übereinstimmten.

I. 0·1976 *g* Bergapten lieferten 0·2170 *g* Jodsilber.

II. 0·2364 *g* Bergapten lieferten 0·2597 *g* Jodsilber.

In 100 Theilen Bergapten:

Gefunden		Berechnet für $C_{11}H_5O_3(OCH)_3$
I.	II.	
14·48	14·49	14·35

Theile Methoxyl.

Einwirkung von Jodmethyl und KOH auf das Bergapten.

5 *g* Bergapten wurden mit 3 *g* KOH und 150 cm^3 Methylalkohol eine halbe Stunde unter Rückfluss auf dem Wasserbade erhitzt. Hierauf wurden 8·5 *g* Jodmethyl hinzugefügt und das Erhitzen solange fortgesetzt, bis die Flüssigkeit neutral reagirte, was nach etwa 5 Stunden der Fall war. Aus dem Reactionsproduct wurde der Methylalkohol durch Destillation entfernt und der Rückstand mit Wasser versetzt.

Der in Wasser unlösliche Theil des Rückstandes wurde durch Filtration von dem löslichen getrennt, mit Wasser ausgewaschen und in kochendem Alkohol gelöst. Aus der alkoholischen Lösung schieden sich beim Erkalten seidenglänzende Krystalle aus, die durch ihren Schmelzpunkt 187° als unverändertes Bergapten erkannt wurden.

Die Mutterlauge vom Bergapten hinterliess nach dem Eindampfen auf dem Wasserbade ein gelblich gefärbtes Öl, das über Schwefelsäure gestellt, nach einigen Tagen zu einem weissen Krystallkuchen erstarrte.

Der so erhaltene Körper stellt nach dem Umkrystallisiren aus Alkohol mikroskopische Prismen dar, die bei 52° C. schmelzen

[1] Herzig, Monatshefte für Chemie, 9, S. 544.

und in Alkohol, Äther und Chloroform bedeutend leichter löslich sind als das Bergapten. In Alkalien ist der neue Körper wie das letztere unlöslich.

Die Elementaranalyse dieses Derivates ergab:

I. 0·2618 *g* Substanz lieferten 0·6134 *g* CO_2 und 0·1270 *g* Wasser.

II. 0·1961 *g* Substanz lieferten 0·4613 *g* CO_2 und 0·0904 *g* Wasser.

Daraus in 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_{14}H_{14}O_5$
	I.	II.	
C	63·9	64·11	64·12
H	5·38	5·1	5·34.

Der in Wasser lösliche Theil des Reactionsproductes von Jodmethyl und Kaliumhydroxyd auf das Bergapten enthält ausser Jodkalium noch eine andere Substanz.

Durch Zusatz von Salzsäure wird nämlich aus der Lösung ein gelbes Harz gefällt, das nach zweimaligem Umkrystallisiren aus verdünntem Alkohol einen vom Bergapten und dem vorher erwähnten Derivat $C_{14}H_{14}O_5$ ganz verschiedenen, in rhombischen Täfelchen krystallisirenden, Körper liefert. Derselbe schmilzt bei 138° C. und löst sich leicht in Alkohol, Alkalien und Alkalicarbonaten; ist also offenbar eine Säure.

Die Analyse der bei 100° C. getrockneten Substanz ergab:

0·1665 *g* Substanz lieferten 0·3820 *g* CO_2 und 0·073 *g* Wasser

Daraus in 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{13}H_{12}O_5$
C	62·57	62·9
H	4·87	4·83.

Die Verbindung $C_{13}H_{12}O_5$, welche ich — aus Gründen, die ich später angeben werde — Methylbergaptensäure nenne,

unterscheidet sich von der vorher beschriebenen $C_{14}H_{14}O_5$ durch ein Minus von CH_2, verhält sich also zu dieser wie eine einbasische Säure zu ihrem Methylester. Es war daher naheliegend, anzunehmen, dass der Körper $C_{14}H_{14}O_5$ den Methylester der Methylbergaptensäure darstelle; und in der That erhielt ich auch durch Verseifen von $C_{14}H_{14}O_5$ mit alkoholischem Kali eine Säure, die sich durch Schmelzpunkt (138° C.) und Krystallform als identisch mit der Methylbergaptensäure erwies.

Das Derivat $C_{14}H_{14}O_5$ ist somit der Methylbergaptensäuremethylester.

Lässt man Äthyljodid und Ätzkali unter ähnlichen Bedingungen, wie ich das beim Methyljodid angegeben habe, auf das Bergapten einwirken, so erhält man das der Methylbergaptensäure entsprechende Äthylderivat, welches ich als Äthylbergaptensäure bezeichnen will.

Die Äthylbergaptensäure stellt schief abgeschnittene Prismen oder zu Zwillingen und Büscheln vereinigte Nadeln dar, die bei 142° schmelzen. In ihren übrigen Eigenschaften verhält sich die Äthylsäure genau ebenso wie die Methylbergaptensäure.

Die Analyse der bei 100° getrockneten Substanz ergab:

I. 0·2036 *g* Substanz lieferten 0·4773 *g* CO_2 und 0·0982 *g* Wasser.

II. 0·2862 *g* Substanz lieferten 0·6705 *g* CO_2 und 0·1375 *g* Wasser.

Daraus in 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_{14}H_{14}O_5$
	I.	II.	
C.....	63·93	63·89	64·12
H.....	5·35	5·33	5·34.

Das soeben beschriebene Verhalten des Bergaptens gegen Alkyljodide gestattet einen tiefen Einblick in den Bau seines Moleküls.

Die Methyl- und Äthylbergaptensäure leiten sich nämlich vom Bergapten durch Addition der Elemente des Methyl- respective Äthylalkohols ab:

$$\underset{\text{Bergapten}}{C_{12}H_8O_4} + CH_3OH = \underset{\text{Methylbergaptensäure}}{C_{13}H_{12}O_5}$$

$$\underset{\text{Bergapten}}{C_{12}H_8O_4} + C_2H_5OH = \underset{\text{Äthylbergaptensäure}}{C_{14}H_{14}O_5}$$

Das Bergapten $C_{12}H_8O_4$ ist somit das innere Anhydrid einer einbasischen Oxysäure $C_{12}H_{10}O_5 = C_{11}H_8O_2\begin{matrix}OH\\COOH\end{matrix}$, welche ich Bergaptensäure nenne. Die Bergaptensäure besteht aber nur in alkalischer Lösung und geht, auf Zusatz von Säuren aus derselben abgeschieden, unter Abspaltung von Wasser, in ihr Anhydrid $C_{11}H_8O_2\begin{matrix}O\\|\\CO\end{matrix} = C_{12}H_8O_4$ das Bergapten über.

Genau ebenso wie das Bergapten verhalten sich aber das Cumarin und von den Oxycumarinen diejenigen, deren Phenolwasserstoff durch Alkylgruppen ersetzt ist, also: das Methylumbelliferon, Dimethylaesculetin, Dimethyldaphnetin e. t. c. Alle diese Verbindungen lösen sich erst nach längerem Kochen in Kalilauge und werden aus der alkalischen Lösung durch Zusatz von Säuren wieder unverändert abgeschieden. Beim Behandeln derselben mit Jodmethyl und Ätzkali entstehen aus ihnen, durch Addition der Elemente des Methylalkohols, respective Methyläthers, die entsprechenden Methylsäuren und die Methylester der letzteren; wie dies ja durch die ausführlichen Arbeiten von Wiliamson, Perkin, Tiemann, Will und Anderer zur Genüge bekannt ist. Es war daher naheliegend anzunehmen, dass das Bergapten ebenfalls ein cumarinartiger Körper sei und ich stellte mir vor Allem die Frage, von welchem Phenol sich dasselbe ableite.

In dieser Richtung hatte die Kalischmelze schon mehrmals gute Dienste geleistet; so erhielt Delalande durch Verschmelzen des Cumarins mit Ätzkali Salicylsäure und Tiemann durch einen ähnlichen Vorgang aus dem Umbelliferon die β-Resorcylsäure: ich versuchte daher auf demselben Wege Aufschluss über die Constitution des Bergaptens zu erlangen.

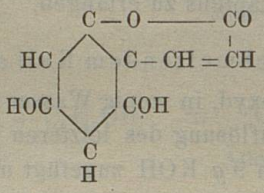
Einwirkung von schmelzendem Kali auf das Bergapten.

1 *g* Kaliumhydroxyd, in wenig Wasser gelöst, wurde mit 1 *g* Bergapten bis zur Auflösung des letzteren in einer Silberschale gekocht, hierauf noch 9 *g* KOH zugefügt und das Gemenge solange erhitzt, bis eine herausgenommene Probe der Schmelze auf Zusatz von Schwefelsäure kein Bergapten mehr abschied. Durch Eingiessen der Schmelze in verdünnte Schwefelsäure erhielt ich eine klare, gelblich gefärbte, deutlich nach Essigsäure riechende Flüssigkeit. Nach dem Ausschütteln derselben mit Äther und Abdestilliren des letzteren hinterblieb ein gelbes Harz, das zum grössten Theil in Wasser löslich war. Die wässerige Lösung desselben wurde mit Bleiacetat versetzt, von der geringen Menge eines entstandenen Niederschlages abfiltrirt, durch Schwefelwasserstoff entbleit und auf dem Wasserbade zur Trockene eingedampft. Der Abdampfrückstand stellt, aus kochendem Wasser umkrystallisirt, kleine weisse Blättchen dar, die, bei 100° getrocknet, einen Schmelzpunkt von 208° C. aufweisen. Die wässerige Lösung dieses Körpers schmeckt eigenthümlich süss und scheidet mit einer verdünntalkoholischen Vanillinlösung und Salzsäure, einen rothen, mit Anilinnitrat und Kaliumnitrit, versetzt, einen rubinrothen, Niederschlag ab. Ein mit Salzsäure befeuchteter Fichtenspan wird von derselben intensiv rothviolett gefärbt.

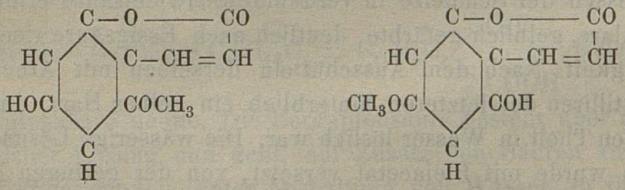
Die soeben angeführten Eigenschaften und Reactionen des fraglichen Körpers lassen es zweifellos erscheinen, dass derselbe mit dem Phloroglucin $C_6H_3(OH)_3$ identisch ist. Die Ausbeute an Phloroglucin betrug nahezu 0·1 *g*.

Aus den angeführten Thatsachen ergibt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass das Bergapten $C_{12}H_8O_4$ ein Derivat des vom Phloroglucin $C_6H_3(OH)_3$ sich ableitenden Dioxycumarins $C_9H_6O_4$ ist. Da ferner das Bergapten durch Kochen mit alkoholi-

schem Kali nicht verseift wird, dagegen eine durch Halogenwasserstoffsäuren leicht abspaltbare Methylgruppe enthält, so ist eines der drei am Benzolkern befindlichen Sauerstoffatome des dem Bergapten zu Grunde liegenden Dioxycumarins an Methyl gebunden.

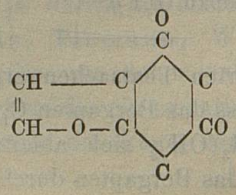


Dioxycumarin

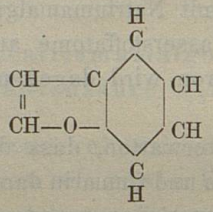


Methyldioxycumarine

Vergleicht man nun die Formel des Methyldioxycumarins $C_{10}H_8O_4$ mit der des Bergaptens $C_{12}H_8O_4$ und zieht gleichzeitig in Betracht, dass von den vier Sauerstoffatomen im Molekül des letzteren, zwei zur Bildung des Cumarinringes dienen, das dritte an Methyl gebunden ist und das vierte am Benzolkern befindliche Sauerstoffatom nicht als Hydroxyl darin enthalten sein kann — weil das Bergapten in kalter Kalilauge unlöslich ist und mit Essigsäureanhydrid behandelt kein Acetylderivat liefert — so bleibt für die restirenden zwei Kohlenstoffatome des Bergaptenmoleküls keine andere Anordnung übrig als die folgende



Ein Körper von ähnlicher Structur ist aber bereits bekannt: es ist dies nämlich das zuerst von Fittig und Ebert,[1] durch Destillation der Cumarilsäure $C_9H_6O_3$ mit Kalk, später von Rössing[2] durch Erhitzen von Aldehydphenyloxyessigsäure mit Acetanhydrid und Natriumacetat, erhaltene Cumaron C_8H_6O



In jüngster Zeit haben Krämer und Spilker[3] denselben Körper auch unter den Destillationsproducten des Steinkohlentheers aufgefunden.

Das Bergapten wäre somit der Methyläther eines Oxycumarins, das sich vom Cumaron ableitet und zu letzterem in derselben Beziehung steht, wie etwa das Methylumbelliferon zum Benzol:

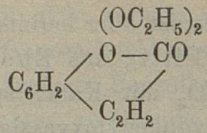
C_6H_6	$C_9H_5O_2(OCH_3)$
Benzol	Methylumbelliferon
C_8H_6O	$C_{11}H_5O_3(OCH_3)$
Cumaron	Bergapten

Um nun die Richtigkeit der Auffassung des Bergaptens als eines Körpers von obiger Structur zu beweisen, habe ich noch die Einwirkung des Natriumamalgams auf die Methylbergaptensäure und die des Broms auf das Bergapten studirt.

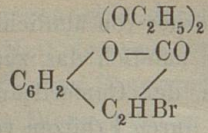
Das Cumaron addirt leicht zwei Bromatome und gibt das Cumarondibromid. Die Cumarine nehmen ebenfalls zwei Bromatome auf, spalten aber leicht Bromwasserstoff ab und verwandeln sich in die in der Seitenkette bromirten Monobromcumarine: so entsteht z. B. aus dem Diäthyldaphnetin durch Einwirkung von Brom bloss das Monobromdiäthyldaphnetin:

---

[1] Liebig's Annalen, 216, p. 168.
[2] Berl. Ber., 17, S. 3000.
[3] Berl. Ber., 23, S. 1076.



Diäthyldaphnetin



Monobromdiäthyldaphnetin

Beim Behandeln mit Natriumamalgam nehmen die Alkylcumarinsäuren zwei Wasserstoffatome auf, in die Hydrosäuren übergehend, das Cumaron wird dagegen von Natriumamalgam nicht angegriffen.

Es war daher zu erwarten, dass das Bergapten, welches gleichzeitig ein Cumaron und Cumarin darstellt, die Eigenschaften beider Körper in sich vereinigen werde: der Versuch hat auch diese Erwartung bestätigt.

Einwirkung von Brom auf das Bergapten.

Zu einer mit Eiswasser gekühlten Lösung von 1 *g* Bergapten in 80 *g* Chloroform wurden 1·5 *g* Brom (entsprechend 4 Atomen Br auf 1 Molekül Bergapten), ebenfalls in Chloroform gelöst, allmälig hinzugefügt. Die Flüssigkeit entfärbte sich rasch und erst die letzten Paar Tropfen der Bromlösung bewirkten eine bleibende Gelbfärbung. Während der ganzen Dauer der Reaction war nur eine geringe Bromwasserstoffentwicklung bemerkbar, die sich aber vermehrte, als ich das Reactionsproduct in eine Glasschale brachte, um das Lösungsmittel bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten zu lassen. Nach einigen Stunden schieden sich kleine Kryställchen ab, die von der Mutterlauge abfiltrirt und mit etwas Chloroform gewaschen auf einer Thonplatte getrocknet wurden.

Das so erhaltene Bromderivat stellt kleine in Chloroform leich lösliche Prismen dar. Es ist sehr unbeständig und zersetzt sich schon nach mehrtägigem Aufbewahren unter Gelbfärbung.

Eine mit demselben vorgenommene Brombestimmung ergab:

0·1978 *g* Substanz lieferten 0·2413 *g* Bromsilber.

Daraus in 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{12}H_7O_4Br_3$
Br.....	51·92	52·67.

Der fragliche Körper ist also offenbar das Monobrombergaptendibromid $C_{12}H_7O_4Br_3$, das aus dem Bergapten, welches zwei doppelte Bindungen in den Seitenketten besitzt, durch Addition von vier Bromatomen und nachherige Abspaltung eines Bromwasserstoffmoleküls entstanden war.

Einwirkung von Natriumamalgam auf die Methylbergaptensäure $C_{13}H_{12}O_5$.

0·5 *g* Methylbergaptensäure in Natriumcarbonat gelöst, wurden 12 Stunden lang mit einem sehr grossen Überschuss von 2% igem Natriumamalgam stehen gelassen, hierauf die alkalische Flüssigkeit nach Entfernung des Quecksilbers mit Salzsäure angesäuert. Die Flüssigkeit trübte sich milchig, und nach einiger Zeit schied sich am Boden des Gefässes eine gelbliche Masse ab, die nach dem Auswaschen und Umkrystallisiren aus verdünntem Alkohol eine, in weissen Nädelchen krystallisirende, bei 122° schmelzende Säure lieferte.

Eine mit derselben vorgenommene Elementaranalyse ergab:

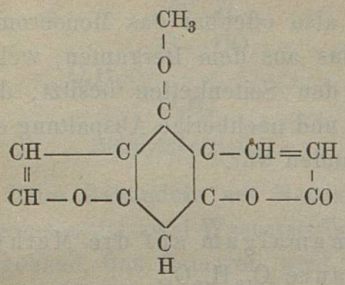
0·1338 *g* Substanz lieferten 0·3063 *g* Kohlendioxyd und 0·0682 *g* Wasser.

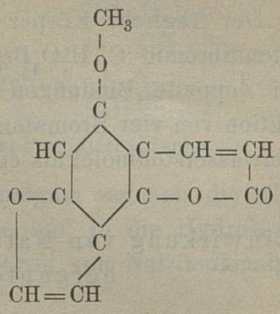
Daraus in 100 Theilen:

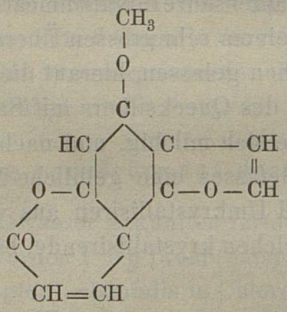
	Gefunden	Berechnet für $C_{13}H_{14}O_5$
C.....	62·43	62·40
H.....	5·66	5·6.

Die neue Säure ist aus der Methylbergaptensäure $C_{13}H_{12}O_5$ durch Aufnahme von zwei Wasserstoffatomen entstanden: ich nenne sie daher Methylhydrobergaptensäure.

Aus den angeführten Versuchen ergibt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass dem Bergapten $C_{12}H_8O_4$ eine der drei folgenden Structurformeln zukommt:







Weitere Beweise für diese Ansicht hoffe ich in einer nächsten Mittheilung zu bringen.

Über äthylirten Salicylaldehyd

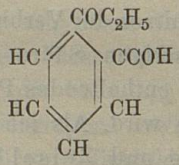
von

Moriz Löw.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Ad. Lieben an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

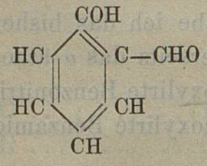
Perkin hat in seiner Arbeit über Äthylsalicylwasserstoff [1] die Constitution desselben mit der Formel



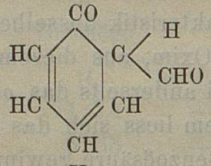
angegeben.

Was man damals über die chemischen Vorgänge bei der Alkylirung von Phenolen mit Jodalkyl und Kali wusste, hat ihn zu dieser Annahme vollauf berechtigt.

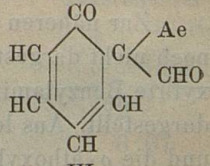
Die umfangreichen Arbeiten von Herzig und Zeisel über Bindungswechsel bei Phenolen [2] liessen die Vermuthung aufkommen, dass auch hier die Äthylgruppe direct und nicht erst durch Vermittlung von O an C gebunden sei, was durch die Annahme eines Bindungswechsels im Sinne der nachfolgenden Formeln in den Bereich der Möglichkeit gerückt erscheint.



I.



II.



III.

[1] Annalen, 1868, S. 306.

[2] Monatshefte, 1888.

Der Salicylaldehyd der tertiären Form (I) könnte durch Wasserstoffwanderung in seine secundäre Modification übergehen, deren Methin in unmittelbarer Nähe zweier Carbonyle befindlich, jenen Grad von Reactivität zeigen könnte, wie die Methylengruppe des Malonsäureesters. Der Eintritt von Kalium für das H dieser Methingruppe, und nachfolgender Ersatz des Metallatoms durch Alkyl war also nicht ausgeschlossen.

Die diesbezüglichen Vorversuche schienen zu einer Untersuchung in der angedeuteten Form zu ermuntern. Der Äthoxylgehalt von rohem, nach Perkin dargestelltem äthylirten Salicylaldehyd erreichte nicht einmal die Hälfte des für Äthoxylbenzaldehyd berechneten. In der Folge hat sich herausgestellt, dass der Grund hiefür nicht in einer Beimengung des durch Formel III veranschaulichten Isomeren, sondern in einer unvollständigen Zerlegung des Äthylsalicylwasserstoffes durch Jodwasserstoff liegt. Es scheint beim Erhitzen der Verbindung mit Jodwasserstoffsäure ein in der wässerigen Säure vollkommen unlösliches, harziges, noch Äthoxyl enthaltendes Product zu entstehen, das nicht weiter angegriffen wird. Als ich nach der Vorschrift von Herzig,[1] sowie Herzig und Zeisel[2] der Jodwasserstoffsäure vor ihrer Verwendung zur Äthoxylbestimmung Essigsäureanhydrid zufügte, erhielt ich beim inzwischen gereinigten Äthylsalicylaldehyd, der ohne Essigsäureanhydridzusatz viel zu geringen Äthoxylgehalt ergeben hatte, im Sinne der Perkin'schen Formel richtige Äthoxylzahlen.

Eines der Ergebnisse meiner Untersuchung besteht somit in dem Nachweise, dass der Perkin'sche Äthylsalicylaldehyd äthoxylirter Benzaldehyd ist. Ich habe diese Verbindung, die von Perkin als Öl beschrieben wurde, krystallisirt und anscheinend in reinerem Zustande gewonnen, als dieser Forscher.

Zur näheren Charakteristik desselben, habe ich das bisher noch nicht dargestellte Oxim, aus diesem einerseits das *o*-äthoxylirte Benzylamin, und anderseits das *o*-äthoxylirte Benzonitril dargestellt. Aus letzterem liess sich das *o*-äthoxylirte Benzamid und die *o*-äthoxylirte Benzoësäure gewinnen.

---

[1] Quercetin und seine Derivate, Monatshefte 1888, S. 537.

[2] Äthylirung von Resorcin, Monatshefte 1890, V. Mittheilung.

Äthylirung des Salicylaldehydes mittelst Jodäthyl und Kali.

In einem Kolben wurde alkoholisches Kali auf dem Wasserbade und Rückflusskühler zum Sieden erhitzt, während eine Mischung von Jodäthyl und Salicylaldehyd durch einen Tropftrichter langsam zufloss. Für ein Moleculargewicht Aldehyd wurden drei Moleculargewichte Jodäthyl und Kali verwendet. Erhitzt wurde bis zum Verschwinden der alkoholischen Reaction; der Kolbeninhalt nimmt alsdann eine gelbliche Farbe an. Nach dem Abdestilliren der leichtflüchtigen Antheile löst man durch Zusatz von Wasser bei der Reaction gebildetes Jodkalium, schüttelt mit Äther aus. Die ätherische Ausschüttlung wird mit wässeriger Kalilauge geschüttelt, bis sie sich nicht mehr färbt. Sodann wäscht man die ätherische Ausschüttlung noch mehrmals mit Wasser. Nach Abdestilliren des Äthers, destillirt man den Rückstand, der fast nur äthylirten Salicylaldehyd enthält, im Vacuum, vorerst aus dem Wasserbade, hierauf aber aus dem Ölbade ab. Die Antheile, die bei einer Temperatur von 143 bis 147°, Druck 25 *mm*, übergingen, erwiesen sich bei der Verbrennung als reiner äthylirter Salicylaldehyd.

Die Elementaranalysen ergaben:

I. 0·32025 *g* Substanz lieferten 0·84135 *g* CO_2 und 0·19225 *g* H_2O.

II. 0·165 *g* Substanz lieferten 0·4340 *g* CO_2 und 0·0985 *g* H_2O.

Äthoxylbestimmungen (mit Essigsäureanhydrid) ergaben:

I. 0·2130 *g* Substanz lieferten 0·332 *g* AgJ.

II. 0·225 *g* Substanz lieferten 0·34875 *g* AgJ.

In 100 Theilen:

	Gefunden			Berechnet für $C_6H_4 \langle {OC_2H_5 \atop COH}$
	I.	II.	im Mittel	
C	71·66	71·74	—	72
H	6·66	6·63	—	6·67
C_2H_5O	29·98	30·2	30·09	30·00

Die Ausbeute betrug 54% des Ausgangsmaterials an äthylirtem Salicylaldehyd.

Durch Abkühlung auf 0° erstarrte das Öl grösstentheils. So konnte durch fractionirtes Erstarrenlassen und Schmelzen, der Äthylsalicylaldehyd in noch reinerer Form gewonnen werden. In diesem Zustande zeigte er den Schmelzpunkt 20—22°.

o-Äthoxylirtes Benzaldoxim.

Äthylirter Salicylaldehyd wird mit Hydroxylaminchlorhydrat und Sodalösung im Überschuss versetzt, gut umgeschüttelt und sodann etwa $^1/_2$ Stunde am Rückflusskühler erhitzt. Nach dem Abkühlen erstarrte die Substanz, die Anfangs als ein Öl an der Oberfläche der Flüssigkeit schwamm, zu farblosen derben Prismen. Dieselben wurden nach Abpressen zwischen Filterpapier aus Petroläther umkrystallisirt. Das Oxim schmilzt bei 57—59°.

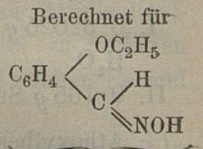
Die Elementaranalyse, ausgeführt mit Bleichromat und vorgelegtem Bleihyperoxyd, ergab:

0·251 *g* Substanz lieferten 0·59975 *g* CO_2 und 0·1485 *g* H_2O.

Äthoxylbestimmungen (mit Essigsäureanhydrid) ergaben:

I. 0·2162 *g* Substanz lieferten 0·3035 *g* AgJ.
II. 0·228 *g* Substanz lieferten 0·3205 *g* AgJ.

In 100 Theilen:

	Gefunden			Berechnet für 
	I.	II.	im Mittel	
C	65·2	—	—	65·45
H	6·6	—	—	6·67
C_2H_5O	26·99	27·01	27	27·27

Das Oxim ist sehr leicht in Alkohol, Äther, Benzol, fast nicht in kaltem, wenig in heissem Wasser löslich, destillirt mit Wasserdampf schwierig über. Die Verbindung besitzt einen schwachen, eigenthümlichen Geruch. Die Bildung eines isomeren Oxims konnte ich unter den angegebenen Umständen nicht beobachten.

Chlorhydrat des *o*-äthoxylirten Benzaldoxims.

o-Äthoxylirtes Benzaldoxim wird in trockenem Äther gelöst. In die Lösung leitet man trockenes Salzsäuregas ein. Es scheiden

sich sofort kleine, gelblich gefärbte Nädelchen aus, die man absetzen lässt. Nach längerem Stehen zieht man den oberstehenden Äther ab und ersetzt ihn zwei- bis dreimal durch neuen Äther. Schliesslich wird rasch durch ein trockenes Faltenfilter filtrirt, das man möglichst bedeckt hält. Die am Filter verbliebene Substanz bleibt 24 Stunden im Exsiccator neben Kalk und Schwefelsäure stehen. Hierauf wird sie im Vacuum über Schwefelsäure bis zur Gewichtsconstanz getrocknet. Ihr Schmelzpunkt liegt zwischen 123—125°.

Die Elementaranalyse ergab:

0·269 *g* Substanz lieferten 0·491 *g* CO_2 und 0·1355 *g* H_2O.

Die Chlorbestimmung ergab:

0·3665 *g* Substanz lieferten 0·257 *g* AgCl.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_6H_4(OC_2H_5)CH{=}NOH.HCl$
C.....	49·85	50·13
H.....	5·6	5·9
Cl	17·35	17·57.

Das Chlorhydrat wird durch Wasser schon in der Kälte, rascher beim Erwärmen in das Oxim und HCl zerlegt. Das Wasser nahm bei dem entsprechenden Versuche eine intensive saure Reaction an. Nach dem Erwärmen war die HCl-Verbindung in ein Öl umgewandelt worden, welches nach kurzem Abkühlen nicht erstarrte, hingegen wurde es sofort fest, als eine Spur krystallisirten Oxims eingetragen und darin geschüttelt wurde. Das Öl war somit freies Oxim, und zwar dasselbe, von dem ich bei Bereitung des Chlorhydrats ausgegangen war.

o-Äthoxylirtes Benzylamin.

o-Äthoxylirtes Benzaldoxim wurde in wenig Alkohol gelöst, worauf in die Lösung, die durch successiven Zusatz von Eisessig stets sauer erhalten wurde, nach und nach 4% Natriumamalgam

eingetragen wurde, und zwar im Verhältniss von 1 Molekül Oxim zu 4 Molekülen Natrium. Hierauf verdünnte man mit Wasser, neutralisirte mit Kalilauge und schüttelte mit Äther aus. Nach dem Abdestilliren von Äther hinterblieb die Base als schwach gefärbtes Öl, das in wenig HCl gelöst und zur vollständigen Entfernung des Äthers und Alkohols kurze Zeit auf dem Wasserbade in offener Schale erwärmt und schliesslich ins Platindoppelsalz umgewandelt wurde.

Vorerst wurde Platinchlorid in ungenügender Menge zugefügt, wodurch sich eine kleine Quantität eines braunen Niederschlages abschied, von dem ich abfiltrirte. Das Filtrat lieferte, mit überschüssigem Platinchlorid versetzt, eine gelbe krystallinische Fällung, die filtrirt und mit Wasser nachgewaschen wurde. Zum Trocknen strich ich sie auf eine Thonplatte, um sie später bei 100° bis zur Gewichtsconstanz trocknen zu lassen. Der Schmelzpunkt dieses Platindoppelsalzes liegt bei 182°.

Die Platinbestimmung dieses Salzes ergab:

0·32 *g* Substanz lieferten 0·087 *g* Platin.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $[C_6H_4(OC_2H_5)CH_2NH_2HCl]_2PtCl_4$
Platin...	27·20	27·30.

Phenylhydrazinverbindung des äthylirten Salicylaldehyds.

In eine kleine Menge Alkohol wird Phenylhydrazin und äthylirter Salicylaldehyd in gleichen Mengen eingetragen. In kurzer Zeit erstarrt die Flüssigkeit zu einer weisslichen Krystallmasse. Man bringt sie auf ein Filter, saugt die flüssigen Antheile ab und wäscht mit Alkohol nach.

Die Phenylhydrazinverbindung wird sodann auf eine Thonplatte zum Trocknen aufgestrichen. Unter dem Einflusse des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft verändert die Verbindung bald ihr Aussehen. Sie nimmt eine ganz dunkelrothe Färbung an und verwandelt sich in eine schmierige Masse. Unter diesen Umständen war es nicht möglich, sie zur Analyse zu bringen.

Die Aufnahme von Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft durch die Verbindung wird durch folgenden Versuch bewiesen:

Etwa 0·03 *g* der Verbindung werden in Alkohol gelöst und diese lichtgelbe Flüssigkeit über Quecksilber in einer oben geschlossenen, graduirten Glasröhre aufsteigen gelassen, in der sich eine gemessene Menge Sauerstoff befindet; der Stand der Flüssigkeit genau notirt. Bald zeigt die Flüssigkeit einen anderen Stand, der sich erst nach 48stündigem Stehen nicht mehr ändert. In dieser Zeit hat die Flüssigkeit ihr Aussehen geändert und eine braunrothe Färbung angenommen. Es wurden 3·3 cm^3 Sauerstoff absorbirt (reducirt auf 760 *mm* Barometerstand und 0° Temperatur).

Diese Oxydationsfähigkeit, die meines Wissens bei anderen Hydrazonen nicht beobachtet wurde, ist immerhin sehr auffallend. Auch wenn ich statt Alkohol als Lösungsmittel für den Aldehyd und Phenylhydrazin, Essigsäure anwandte, erhielt ich ein Hydrazon von denselben Eigenschaften.

o-Äthoxylirtes Benzonitril.

o-Äthoxylirtes Benzaldoxim wird mit Essigsäureanhydrid im Verhältniss von 1 Molekül Oxim zu 4 Molekülen Anhydrid am Rückflusskühler durch zwei Stunden erhitzt, hierauf Sodalösung portionenweise zugefügt, bis zur dauernden Neutralisirung. Man schüttelt sodann mehrmals mit Äther aus und destillirt den Äther ab. Den Destillationsrückstand fractionirt man weiter. Die Hauptfraction geht zwischen 252—254° über. Sie stellt ein farbloses Öl vor, dessen corrigirter Siedepunkt bei 260·7° liegt. Das Nitril wurde mit geschmolzenem Chlorcalcium getrocknet, sodann analysirt.

Die Elementaranalyse, ausgeführt mit Bleichromat und vorgelegtem Bleihyperoxyd, ergab:

0·22475 *g* Substanz lieferten 0·60325 *g* CO_2 und 0·127 *g* H_2O.

Äthoxylbestimmung (mit Essigsäurenanhydrid) ergab:

0·2275 *g* Substanz lieferten 0·36 *g* AgJ.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_6H_4 \begin{cases} OC_2H_5 \\ CN \end{cases}$
C.....	73·43	73·47
H	6·23	6·14
C_2H_5O	30·42	30·60.

Die Ausbeute betrug 30% des Ausgangsmateriales an *o*-äthoxylirtem Benzonitril.

Dieser Reaction zufolge gehört das *o*-äthoxylirte Benzaldoxim in die von Hantzsch[1] als Nitriloxime bezeichnete Classe von Isonitrosoverbindungen. Seine Configuration wird, wenn man sich überhaupt auf Erörterung stereochemischer Fragen einlassen will, durch den Ausdruck

$$C_6H_4(OC_2H_5)—C—H$$
$$\quad\quad\quad

Die Elementaranalyse, ausgeführt mit Bleichromat und vorgelegtem Bleihyperoxyd, ergab:

0·1565 *g* Substanz lieferten 0·375 *g* CO_2 und 0·0925 *g* H_2O.

Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl ergab:

0·3344 *g* Substanz lieferten 0·0335 *g* NH_3.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_6H_4\langle^{OC_2H_5}_{CONH_2}$
C.....	65·30	65·45
H.....	6·59	6·65
N.....	8·25	8·00.

Zur Darstellung der äthoxylirten Benzoësäure aus ihrem Amide wurde das *o*-äthoxylirte Benzoësäureamid mit alkoholischem Kali im Überschusse im zugeschmolzenen Rohre durch drei Stunden auf 120° erhitzt. Nach Verdampfen des Alkohols schied sich sofort auf Zusatz von Wasser unverändertes Säureamid aus, während nur wenig gebildetes Kalisalz der Säure in Lösung ging. Das Filtrat wurde wie bereits angegeben behandelt, und die dabei erhaltene kleine Menge öliger Säure mit der kleinen Fraction vereinigt, die aus dem Nitril durch Verseifen mit alkoholischem Kali erhalten worden war. Zur Analyse wurde das Kalksalz der Säure dargestellt. Zwischen Papier abgepresst, verlor es beim Trocknen auf 100° nicht merklich an Gewicht und lieferte bei der Analyse, die dem krystallwasserfreien *o*-äthoxylirten benzoësauren Calcium entsprechenden Zahlen.

0·16975 *g* Substanz lieferten 0·0255 *g* CaO.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_6H_4\langle^{OC_2H_5}_{COO}\rangle Ca$
Ca.....	10·73	10·81.

Über die Constitution des sogenannten Allylcyanids

von

Friedrich Lippmann.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Ad. Lieben an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Wenn auch schon zu wiederholten Malen Versuche unternommen wurden, die Constitution des Allylcyanids aufzuklären, so blieben doch die Ansichten darüber bisher getheilt.

Während die von Kekulé und Rinne[1] ausgeführte Oxydation des Cyanallyls zu Oxalsäure und Essigsäure für das Cyanallyl die Formel $CH_3—CH = CH—CN$ wahrscheinlich machte, vertritt Pinner[2] die Ansicht, dass dem Cyanallyl die Constitutionsformel $CH_2 = CH—CH_2—CN$ zukommt.

Die Pinner'sche Auffassung scheint allgemein angenommen worden zu sein. Sie findet sich wenigstens in nahezu allen neueren Lehrbüchern der Chemie, wie z. B. Richter's „Chemie der Kohlenstoffverbindungen", Bernthsen's „Organische Chemie" u. A. ausschliesslich berücksichtigt. Beilstein allerdings lässt in seinem bekannten Handbuch die Frage nach der Constitution des Cyanallyls offen.

Kekulé's Constitutionsbeweis stützt sich auf die Oxydation des Cyanallyls, welche, Essigsäure und Oxalsäure liefernd, allerdings die Gegenwart der Methylgruppe im Cyanid und damit die Richtigkeit der Kekulé'schen Ansicht zu beweisen scheint.

Erinnert man sich aber der Beobachtung von Rinne[3], derzufolge Allylcyanid leicht die Elemente des Alkohols addirt und

---

[1] Berliner Berichte, **6**, 386.

[2] Ebenda, **12**, 2053.

[3] Ebenda, **6**, 388.

sich dadurch in das Nitril der β-Äthoxybuttersäure umwandelt, so ist wenigstens die Möglichkeit gegeben, dass bei der Oxydation des Allylcyanids sich die Elemente des Wassers anlagern. Dadurch könnte, wenn auch das ursprüngliche Cyanid dem Ausdrucke $CH_2 = CH—CH_2—CN$ entsprechend zusammengesetzt wäre, β-Oxybuttersäure entstehen, die als Oxydationsproducte Essigsäure und Oxalsäure liefern würde.

Auf einem ähnlichen Standpunkt steht Pinner, wenn er hervorhebt, dass die Entstehung der α-Crotonsäure bei der Verseifung des sogenannten Allylcyanids nicht concludent beweise, dass dieser Körper identisch mit α-Crotonsäurenitril sei. Denn nimmt man an, dass sich bei dieser Verseifung Salzsäure an das Molekül des wahren Allylcyanids anlagere, so gelange man intermediär zur β-Chlorbuttersäure, die bekanntlich leicht in α-Crotonsäure übergeht.

Ein sicherer Aufschluss bezüglich der Structur des sogenannten Allylcyanids lässt sich auf folgendem Wege erlangen: Durch additionelle Vereinigung von Brom und dem Reactionsproducte von Allylbromid und Cyankalium entsteht, je nachdem seine Constitution der Kekulé'schen oder der Pinner'schen Auffassung entspricht, entweder das Nitril der βγ-Dibrombuttersäure $CH_2Br—CHBr—CH_2—CN$ oder das der αβ-Dibrombuttersäure $CH_3—CHBr—CHBr—CN$. Wird dieses Additionsproduct verseift, so ist in dem einen Falle βγ-, in dem anderen Falle αβ-Dibrombuttersäure zu erwarten.

Über Anregung des Herrn Prof. Lieben habe ich nun diesen Weg der Constitutionsbestimmung des sogenannten Allylcyanids eingeschlagen und bin hiedurch zur zweiten von den beiden genannten Dibrombuttersäuren gelangt.

Da bei diesen Versuchen ein gesättigtes Nitril der Verseifung mit Salzsäure unterworfen wurde, ist der störende Einfluss intermediär eintretender Vorgänge ausgeschlossen und der Schluss gerechtfertigt, dass das sogenannte Allylcyanid im Einklange mit Kekulé und entgegen der Interpretation von Pinner das Nitril der Crotonsäure sei.

Allerdings muss zugegeben werden, dass die Identification der αβ-Dibrombuttersäure, die sich bloss auf die Analyse und Vergleichung der Schmelzpunkte der von mir auf dem ange-

deuteten Wege und von Körner,[1] sowie von Michael und und Norton[2] aus Crotonsäure und Brom dargestellten Säuren gründet, insoferne eine Lücke aufweist, als die $\beta\gamma$-Dibrombuttersäure, die bis nun nicht bekannt geworden ist, nicht zum Vergleiche herangezogen werden konnte. Wiewohl es sehr unwahrscheinlich ist, wäre es ja immerhin denkbar, dass diese Verbindung denselben Schmelzpunkt besitzt, wie die $\alpha\beta$-Dibrombuttersäure.

Der von mir erbrachte Constitutionsbeweis wird jedoch durch die im hiesigen Laboratorium von T. Schindler durchgeführte und gleichzeitig mit dieser Abhandlung veröffentlichte Untersuchung des Crotonaldoxims zur vollen Evidenz erhoben. Denn Schindler's aus genanntem Oxim durch Anhydrisirung gewonnenes α-Crotonsäurenitril, dem seiner Provenienz nach nur die Structurformel $CH_3—CH = CH—CN$ zukommen kann, hat sich mit dem sogenannten Allylcyanid in allen wesentlichen Stücken als identisch erwiesen.

Es liegt somit unzweifelhaft beim Übergange des Allyljodids in Crotonsäurenitril eine Umwandlung der für alle wahren Allylderivate charakteristischen Gruppe $CH_2 = CH—CH_2$ in die einer isomeren Reihe eigenthümliche Gruppe $CH_3—CH = CH$ (Propenyl) vor; oder, was dasselbe ist, es wandert bei dieser Reaction die doppelte Bindung vom Ende der Kohlenstoffatomkette um ein Glied gegen die Mitte zu.

Es liegt nahe, diesen Fall von Isomerisirung eines Allylderivates mit der Umwandlung gewisser Abkömmlinge des Allylbenzols in die isomeren Propenylverbindungen in Zusammenhang zu bringen.

Eykmann[3] und Andere haben gefunden, dass viele Allylbenzolderivate durch Einwirkung von alkoholischem Kali leicht und anscheinend quantitativ in Propenylderivate (Methyläthenylderivate) übergehen. So lässt sich das Apiol[4]

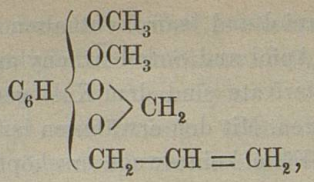
---

[1] Ann. Chem. und Pharm., **137**, 234.

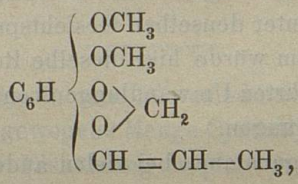
[2] Am. **2**, 12.

[3] Berliner Berichte, **23**, 855.

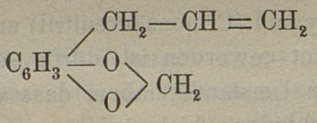
[4] Ebenda, **21**, 913 *a*, 1621 *a* und folgende Arbeiten von Ciamician.



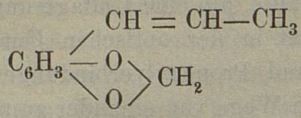
in Isapiol



Safrol [1]

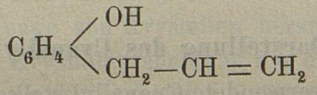


in Isafrol

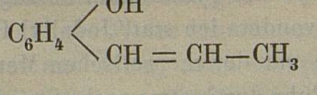


überführen. In diesen Fällen sind beide Isomeren bekannt; ebenso kennt man, wenn auch die Umwandlung noch nicht durchgeführt wurde, die zwei Formen des Para-Anols.

Das eine wurde von Eykmann [2] als Chavicol



beschrieben, das andere



wurde von Ladenburg [3] durch Erhitzen von Anethol mit Kali gewonnen.

---

1 Berliner Berichte, **22**, 2748 *b*, 2861 *b*.
2 Ebenda, **22**, 2739 *b*.
3 Ann. Chem. et Pharm., Suppl. 8, 88.

Para-Anol, Isapiol und Isafrol enthalten das Radical Methyläthenyl, Chavicol, Apiol und Safrol Äthenylmethyl.

Die Propenylderivate sind dem Kali gegenüber die beständigeren Verbindungen. Mit den erwähnten ist die Aufzählung der hierher gehörigen Fälle keineswegs erschöpft. Es will mir nun scheinen, dass die Bildung von Crotonsäurenitril aus Allylbromid und Cyankalium unter denselben Gesichtspunkten zu betrachten ist. Das Cyankalium würde hier dieselbe Rolle spielen, wie das Kali bei den angeführten Umwandlungen von Allylbenzolderivaten in Propenylverbindungen.

Dass dieses Agens auch bei vielen anderen Reactionen Umlagerungen bewirkt, ist eine bekannte Thatsache. Dass bisher nur das Propenylcyanid (Crotonsäurenitril) und nicht das wahre Allylcyanid bekannt geworden ist, dürfte seinen Grund einzig und allein in dem Umstande haben, dass die Darstellung der letztgenannten Verbindung bisher nicht unter Umständen durchgeführt werden konnte, die eine Umlagerung ausschliessen.

Eykmann hat in der optischen Untersuchung ein Mittel gefunden, Allyl- und Propenylverbindungen in sicherer Weise auf physikalischem Wege von einander zu unterscheiden.

Die bisher noch von keiner Seite vorgenommene Prüfung der optischen Eigenschaften des sogenannten Allylcyanids würde den von Schindler und mir auf chemischem Wege erbrachten Beweis für die Constitutionsformel $CH_3—CH=CH—CN$ in dankenswerther Weise ergänzen.

Darstellung des Cyanallyls.

Das von mir verwendete Cyanallyl stellte ich nach Angaben von Rinne und Tollens[1] dar, welche es durch mehrstündiges Erhitzen von Jodallyl und Cyankalium im zugeschmolzenen Rohr erhielten. Nur verwendete ich statt Jodallyl Bromallyl.

Dieses wurde mit der theoretischen Menge Cyankalium im zugeschmolzenen Rohr durch etwa sechs Stunden auf 110° erhitzt, dann in einen Kolben geleert und von dem gebildeten Bromkalium abdestillirt, dann der fractionirten Destillation unterworfen.

---

[1] Ann. Chem. et Pharm. 159, 105.

Es ergab sich neben unverändert gebliebenem Bromallyl und einer geringen Menge Allylisocyanids etwa 50% der theoretischen Ausbeute bei 118° siedenden Cyanallyls.

Dieses Cyanallyl war anfangs ziemlich mit Carbylamin verunreinigt, konnte aber durch mehrmaliges Umfractioniren anscheinend vollständig von diesem befreit werden.

Um das Cyanallyl in sein Dibromadditionsproduct zu verwandeln, wurde eine gewogene Menge Cyanallyl in einer Stöpselflasche unter starker Eiskühlung tropfenweise mit der theoretischen Menge Brom versetzt, ohne sich eines Lösungsmittels zu bedienen.

Dieses Product wurde solange, etwa 1—2 Tage, gut verschlossen stehen gelassen, bis der Geruch nach Brom vollkommen verschwunden war. Die Addition scheint nicht ganz glatt vor sich gegangen zu sein, da Braunfärbung und bald mehr, bald weniger Bromwasserstoffsäure zu bemerken war. Das Additionsproduct war bei verschiedenen Darstellungen, ohne dass ich hiefür den Grund angeben kann, bald mehr, bald weniger dickflüssig.

Dann wurde mit stark rauchender Salzsäure die Verseifung vorgenommen und dieses Product solange (etwa 2—3 Tage) gut verschlossen stehen gelassen, bis das Ganze eine einheitliche röthlichbraune Flüssigkeit bildete.

Sodann wurde diese Lösung mit Wasser versetzt, wobei eine beträchtliche Menge von Krystallen herausfiel. Bemerkenswerth ist, dass diese Krystallabscheidung nur dann eintrat, wenn die Verseifung mit stark rauchender Salzsäure vorgenommen wurde, während bei Verwendung von minder concentrirter Salzsäure nur eine Harzausscheidung erfolgte.

Die auf die angegebene Weise erhaltenen Krystalle wurden abgesaugt und zuerst aus Äther, dann mehrmals aus heissem Chloroform umkrystallisirt.

Die Krystalle waren seidenglänzend und tafelförmig, ihr Schmelzpunkt war bei 147—148°. Die Analyse der vacuumtrockenen Krystalle bestätigte die Vermuthung, dass der so gewonnene Körper ein doppelt gebromtes Säureamid von der Formel $CH_3—CHBr—CHBr—CONH_2$ sei.

Die Analysen ergaben:

I. 0·1030 *g* Substanz lieferten 0·1160 *g* CO_2 und 0·0435 *g* H_2O.
II. 0·2385 *g* Substanz lieferten 0·3640 *g* AgBr.

Die Brombestimmung wurde nach Carius vorgenommen.
In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_4H_7NOBr_2$
	I.	II.	
C	19·38	—	19·59
H	2·96	—	2·86
Br	—	65·03	65·31

Das Amid ist in Äther leicht, in Alkohol und Chloroform bei Erhitzen, in heissem Wasser nur unter Abspaltung von Bromwasserstoffsäure löslich.

Die nach dem Absaugen des bei Wasserzusatz herausgefallenen Amids zurückgebliebene salzsaure Lösung wurde mehrmals mit Äther ausgeschüttelt. Nach dem Verjagen des Äthers verblieben Krystalle, welche mit kaltem Wasser behandelt wurden, wobei sich ein Theil löste, ein Theil ungelöst zurückblieb.

Diese in Wasser unlöslichen Krystalle wurden mehrmals aus Chloroform umkrystallisirt und erwiesen sich als identisch mit dem früher ausgefallenen Säureamid.

Die wässerige Lösung, welche deutlich sauer reagirte, wurde im Vacuum auskrystallisiren gelassen. Die Krystalle waren weiss und nadelförmig. Ihr Schmelzpunkt lag bei 87—90°, welcher Schmelzpunkt mit dem der $\alpha\beta$-Dibrombuttersäure übereinstimmt.

Die einzige bis nun noch ausserdem bekannte normale Dibrombuttersäure von der Formel $CH_3 — CH_2 — CBr_2 — CO_2H$ ist flüssig.

Die vorgenommene Analyse bestätigte, dass die so gefundene Säure eine Dibrombuttersäure, $C_4H_6Br_2O_2$ sei.

Die Analysen ergaben:

I. 0·1985 *g* Substanz lieferten 0·1390 *g* CO_2 und 0·0395 *g* H_2O.
II. 0·1335 *g* Substanz lieferten 0·2050 *g* AgBr.

Die Brombestimmung wurde nach Carius vorgenommen.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_4H_6Br_2O_2$
	I.	II.	
C.....	19·90	—	19·51
H	2·22	—	2·44
Br	—	65·31	65·04.

Die Säure ist sowohl in Äther, als auch in Wasser leicht löslich.

Zur Überführung in β-Bromcrotonsäure hat es mir leider an Substanz gemangelt.

Um das Dibrombuttersäureamid zu der zugehörigen Säure zu verseifen, wurden die Krystalle desselben im zugeschmolzenen Rohre mit rauchender Salzsäure durch etwa fünf Stunden auf 120° erhitzt. Das Amid löste sich in der Hitze vollkommen in der rauchenden Salzsäure. Die Lösung wurde mit Wasser verdünnt und mit Äther geschüttelt. Nach Verjagen des Äthers blieben Krystalle zurück, die stickstofffrei waren. Hingegen konnte in der salzsauren Lösung Ammoniak nachgewiesen werden.

Der Schmelzpunkt der Krystalle war bei 88—90°, also identisch mit dem der früher gefundenen αβ-Dibrombuttersäure.

Die vorgenommene Brombestimmung nach Carius ergab Resultate, die genau auf diese Säure stimmten.

0·1280 *g* Substanz lieferten 0·1950 *g* AgBr.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_4H_6Br_2O_2$
Br	64·92	65·04.

Über das Crotonaldoxim

von

Titus Schindler.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Dr. Ad. Lieben an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Das Oxim des Crotonaldehyds wurde bisher noch nicht dargestellt. Über Anregung des Herrn Prof. Lieben habe ich diese Verbindung einer eingehenderen Untersuchung unterzogen und theile im Folgenden meine Beobachtungen hierüber mit.

Darstellung des Crotonaldoxims.

Zur Darstellung des Crotonaldoximes wurde der Crotonaldehyd, der nach der Angabe von Lieben und Zeisel[1] gewonnen war, verwendet, und zwar die Fraction 100—110° C. Zu einer Lösung von Hydroxylaminchlorhydrat wurde die zur Neutralisation nöthige Menge von Natriumcarbonat in wässeriger Lösung unmittelbar vor der Ausführung des Versuches zugegossen und umgeschüttelt, bis die Kohlensäureentwicklung aufgehört hatte, und hierauf Crotonaldehyd mittelst Tropftrichters langsam unter fortwährendem Umschütteln zufliessen gelassen; hiebei trat gegen Beendigung der Reaction Erwärmung bis ungefähr Blutwärme ein. Beim Eintragen der letzten Partien Crotonaldehyds wurde mit Wasser gekühlt. Die Mengenverhältnisse waren so gewählt, dass 1·5 Moleculargewichte Hydroxylaminchlorhydrat für 1 Molekül Crotonaldehyd zur Anwendung kamen. Nach beendigter

[1] M. 1, S. 20.

Reaction wurde sofort mit Äther ausgeschüttelt, der Äther aus dem Wasserbade bis auf ungefähr den zehnten Theil abdestillirt und der Rest in einem Becherglase der freiwilligen Verdunstung überlassen. Nach der Verdunstung des Äthers hinterblieb ein eigenthümlich riechendes Öl, aus welchem derbe, grob gestreifte Prismen auskrystallisirten. Nach dem Absaugen derselben schied sich aus der öligen Mutterlauge bei längerem Stehen eine weitere Menge Krystalle ab. Das neben den Krystallen jedesmal in beträchtlicher Menge gewonnene Öl, das auf keine Weise zum Krystallisiren zu bringen war, soll weiter unten besprochen werden. Die Krystalle sind unlöslich in Wasser, dagegen leicht löslich in Äther, Alkohol, Chloroform und heissem Benzol. Als bestes Mittel zum Umkrystallisiren erwies sich das letztere. Die aus Benzol gewonnenen Krystalle sind farb-, geruchlos und an der Luft flüchtig. Die zu wiederholtenmalen umkrystallisirte Substanz schmolz bei 119—120° C.

Es ist nicht räthlich, von obigem Gang der Darstellungsweise abzugehen, da schon unbedeutende Abänderungen derselben die Ausbeute, die höchstens 50% an in Äther löslichen Producten ergibt, stark herabdrücken oder die Gewinnung des Oximes völlig vereiteln.

Die im Vacuum bis zur constanten Gewichtsabnahme getrocknete Substanz ergab, mit Bleichromat und vorgelegtem Bleisuperoxyd verbrannt, folgende Zahlen:

I. 0·1665 *g* Substanz lieferten 0·3430 *g* CO_2 und 0·1275 *g* H_2O.

II. 0·1780 *g* Substanz lieferten 0·3666 *g* CO_2 und 0·1425 *g* H_2O.

III. Die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl[1] ergab:
0·2602 *g* Substanz lieferten 0·049516 *g* Ammoniak, welches 7·25 cm^3 HCl vom Titre 0·0146639 neutralisirte, woraus sich der Stickstoff mit 0·042184 *g* berechnet.

---

[1] Da dies meines Wissens nirgends hervorgehoben ist, glaube ich auf die Anwendbarkeit der Kjeldahl'schen Methode zur Analyse von Isonitrosoverbindungen besonders hinweisen zu sollen.

In 100 Theilen:

	Gefunden			Berechnet für C_4H_7NO
	I.	II.	III.	
Kohlenstoff...	56·22	56·15	—	56·44
Wasserstoff...	8·45	8·8	—	8·3
Stickstoff.....	—	—	16·21	16·49.

Crotonsäurenitril.

27 *g* des Oximes wurden mit 32·5 *g* Essigsäureanhydrid versetzt; das Oxim, welches ohne Lösungsmittel hiebei zur Anwendung kam, löste sich beim Zusatz von Essigsäureanhydrid sofort unter bedeutender Wärmeentwicklung. Das Reactionsproduct wurde noch ungefähr 2 Stunden unter Rückflusskühlung auf dem Wasserbade erhitzt, wobei langsam Bräunung eintrat; hierauf wurde mit Wasser verdünnt und die entstandene Essigsäure durch Zusatz von Natriumcarbonat möglichst genau neutralisirt. Der Destillation unterworfen, ging mit den Wasserdämpfen ein stark, jedoch nicht unangenehm riechendes Öl über; durch eine Reihe von Destillationen des übergegangenen Wassers gelang es noch einiges Öl zu gewinnen. Nachdem dieses gesammelt und mit frisch geschmolzenem $CaCl_2$ getrocknet war, wurde es mehrmals fractionirt. Die Hauptfraction siedet bei 117·4—118·4° C. corr. (Fadenreduction bei einem Drucke von 743·5 *mm* beträgt 3·8°).

Die Verbrennung mit Bleichromat ergab folgendes Resultat:

I. 0·1861 *g* Substanz lieferten 0·4865 *g* CO_2 und 0·1243 *g* H_2O.

II. 0·1215 *g* Substanz lieferten 0·3190 *g* CO_2 und 0·0820 *g* H_2O.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für C_4H_5N
	I.	II.	
Kohlenstoff....	71·3	71·6	71·7
Wasserstoff....	7·4	7·5	7·44.

Als specifisches Gewicht wurde ermittelt für 0° C. 0·8468, für 23° C. 0·8259, beide bezogen auf Wasser von 4° C.

Rinne und Tollens[1] geben für das aus Jodallyl und Cyankalium gewonnene Product als specifisches Gewicht bei 0° C. 0·8491, bei 15° 0·8351 an, bezogen auf Wasser von nicht angegebener Temperatur.

Diesen physikalischen Eigenschaften zufolge ist das von mir in angegebener Weise dargestellte Crotonsäurenitril wahrscheinlich identisch mit dem aus Allyljodid und Cyankalium gewonnenen. Ich habe mich überzeugt, dass auch im Geruch kein Unterschied zwischen Producten der einen und der anderen Darstellung besteht.

Dem aus Jodallyl und Cyankalium gewonnenen Cyanallyl wurde von Kekulé[2] die Formel $CH_3.CH:CH.CN$, von Tollens[1] und Pinner[3] $CH_2:CH.CH_2CN$ zugeschrieben. Bedenkt man, dass das vorliegende Product aus dem Oxim des α-Crotonaldehyds ($CH_3.CH:CH.CHNOH$) durch Wasserabspaltung gewonnen wurde, so kann nur ein dem eigentlichen Cyanallyl isomerer Körper vorliegen, und wenn es mit dem bisher bekannten Cyanallyl identisch ist, so kommt letzterem die Formel $CH_3.CH:CH.CN$ zu. Dass dies der Fall ist, wird durch eine im hiesigen Laboratorium von F. Lippmann in dieser Richtung ausgeführte neuerliche Untersuchung des sogenannten Allylcyanids, welche gleichzeitig mit der meinigen publicirt wird, vollauf bestätigt.

Zum Überflusse habe ich noch festgestellt, dass das von mir dargestellte Crotonsäurenitril in sein Bibromadditionsproduct übergeführt und mit Salzsäure verseift dasselbe Dibrombutyramid und dieselbe zugehörige Säure, nämlich die αβ-Dibrombuttersäure liefert, die F. Lippmann aus Cyanallyl erhalten hat.

Bezüglich der Ausbeute an Crotonsäurenitril will ich noch erwähnen, dass dieselbe eine gute ist, indem 60% von der theoretisch zu erwartenden Menge thatsächlich gewonnen werden.

Bromaddition zum Crotonsäurenitril und Verseifung desselben.

Versetzt man Crotonsäurenitril mit Brom, so färbt sich die Flüssigkeit schon nach Zusatz von wenigen Tropfen bräunlich,

[1] A. 159, 105.
[2] B. 6, 386.
[3] B. 12, 2053.

so dass das Ende der Reaction an der dauernden Färbung durch Brom nicht zu erkennen ist. Es wurde daher eine abgewogene Menge Crotonsäurenitril (5 *g*) mit der abgewogenen theoretischen Menge Brom versetzt. Die Ausführung wurde folgendermassen vorgenommen: Zum Crotonsäurenitril, das in einer Stöpselflasche unter Eiskühlung sich befand, wurde die theoretische Menge Brom aus einer Pipette langsam zutropfen gelassen; hiebei war keine heftige Reaction bemerkbar. Nach beendeter Einwirkung wurde ungefähr 48 Stunden stehen gelassen; der Geruch nach Brom war verschwunden, aber an Stelle desselben ein schwach stechender, charakteristischer Geruch getreten, gleichzeitig waren beim Öffnen der Flasche nur schwache Bromwasserstoffnebel zu bemerken. Nun wurde mit sehr concentrirter Salzsäure versetzt und unter zeitweisem Umschütteln abermals 48 Stunden stehen gelassen. Nach dieser Zeit war Alles gelöst, bis auf weniges, obenauf schwimmendes Harz, und das anfangs dunkelrothbraune, undurchsichtige Flüssigkeitsgemenge war gelblich durchsichtig geworden. Nun wurde in ein Becherglas gegossen und mit Wasser verdünnt; es fiel sofort ein reichlicher krystallinischer Niederschlag heraus, der abgesaugt und mit Wasser bis zur neutralen Reaction gewaschen wurde. Derselbe ist in Äther löslich, aus welchem er beim Verdunsten auskrystallisirt. Als bestes Mittel zum Umkrystallisiren erwies sich heisses Chloroform, aus dem die Substanz beim Erkalten in farblosen, mikroskopischen Prismen ausfällt. Die durch Absaugen und Waschen mit kaltem Chloroform von den Mutterlaugen getrennten und scharf abgepressten Krystalle zeigten den Schmelzpunkt 148—150° C. unter Zersetzung, nach wiederholtem Umkrystallisiren jedoch 148 bis 149° C. unzersetzt.

Das Filtrat von dem oben erwähnten Niederschlag wurde mit Äther ausgeschüttelt, der nach dem Abdampfen ebenfalls Krystalle abgab. Da die feuchten Krystalle, die bei 120° schmolzen, saure Reaction zeigten, wurden dieselben mit Wasser bis zur neutralen Reaction gewaschen, hierauf abgepresst und getrocknet. Der Schmelzpunkt ergab sich jetzt zu 148—149° C.; daher wurden dieselben mit den obig gewonnenen vereinigt:

Die Analyse dieses Körpers ergab:

I. 0·2283 *g* Substanz lieferten 0·1649 *g* CO_2 und 0·0596 *g* H_2O.

II. Die Brombestimmung nach Carius ergab:
0·2052 *g* Substanz lieferten 0·3127 *g* AgBr.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_4H_7NOBr_2$
	I.	II.	
Kohlenstoff...	19·7	—	19·59
Wasserstoff...	2·9	—	2·87
Brom.....	—	64·93	65·3.

Die gefundenen Zahlen stimmen auf ein Dibrombuttersäureamid.

Die sauren Waschwässer des aus Äther erhaltenen Antheiles der Krystalle wurden gesammelt und im Vacuum verdunsten gelassen. Es schieden sich Krystalle aus, die abgepresst und getrocknet den Schmelzpunkt 87—90° ergaben. Der letztere stimmt mit dem der $\alpha\beta$-Dibrombuttersäure, welche aus α-Crotonsäure durch Br-Addition gewonnen wird.[1]

Die Beziehung zwischen den vorstehend besprochenen Körpern ist aus den folgenden Formeln deutlich zu entnehmen:

CH_3	CH_3	CH_3	CH_3
|	|	|	|
CH	CH	CHBr	CHBr
||	||	|	|
CH	CH	CHBr	CHBr
|	|	|	|
CH:N.OH	C:N	$CO.NH_2$	CO.OH
Crotonaldoxim	Crotonsäurenitril	Dibrombutyramid	Dibrombuttersäure

Reduction des Oximes.

Die Reduction des Oximes wurde nach der Vorschrift von H. Goldschmidt[2] ausgeführt.

---

[1] A. 137, 234; Am. 2, 12.

[2] Berichte, 1887, 728.

5 *g* des Oximes wurden mit Natriumamalgam (4%) im molecularen Verhältniss reducirt. Die Reduction wurde in alkoholischer Lösung unter fortwährendem Zusatz von Eisessig, so dass die Flüssigkeit immer sauer reagirte, vorgenommen. Das Amalgam wurde nach und nach in kleinen Partien eingetragen. Nach vollendeter Reaction wurde mit Wasser verdünnt und mit Natronlauge, nachdem vom Quecksilber abgegossen war, destillirt. Das Destillat, welches in verdünnter Salzsäure aufgefangen worden war, wurde auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft, hierauf mit absolutem Alkohol aufgenommen und von den zurückbleibenden Krystallen, die sich als Chlorammonium erwiesen, abfiltrirt. Das alkoholische Extract wurde eingedampft, der Rückstand mit möglichst wenig Wasser aufgenommen und mit festem Ätzkali versetzt und destillirt. Mit den Wasserdämpfen ging ein ölartiger Körper von durchdringend ammoniakalischem Geruch über. Da dieses Öl in Wasser ziemlich leicht löslich war, wurde es durch Eintragen von festem Kali aus der wässerigen Lösung abgeschieden, hierauf abgehoben und durch neuerliches Eintragen von frisch geschmolzenem Kali völlig getrocknet.

Die Fractionirung ergab zwischen 81—85° C. eine Hauptfraction, die zu den Analysen verwendet wurde. Eine genaue Siedepunktbestimmung war bei der geringen Menge Substanz nicht ausführbar. Die bereits erwähnte Fraction (81—85°) wurde nunmehr mit verdünnter Salzsäure in das Chlorhydrat übergeführt und dieses mit $PtCl_4$ gefällt. Das gewonnene Doppelsalz ist gelb und zeigt unter dem Mikroskope schön entwickelte sechsseitige Tafeln. Der Schmelzpunkt desselben liegt bei 193° C. unter Zersetzung.

Die Analyse der vacuumtrockenen Substanz ergab:

0·3450 *g* Substanz lieferten 0·1220 *g* Platin.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $(C_4H_7NH_2HCl)_2PtCl_4$
Platin...	35·3	35·56

Die Platinzahl stimmt auf obige Formel, lässt jedoch unentschieden, ob der Körper $(C_4H_9NH_2HCl)_2$ oder $(C_4H_7NH_2HCl)$ ent-

standen ist, indem der nascirende Wasserstoff an der Stelle der doppelten Bindung sich hätte anlagern können und so ein normales primäres Butylamin entstanden wäre. Es war daher nothwendig, den ungesättigten Charakter des Körpers zu erweisen. Nachdem eine Vorprobe die Additionsfähigkeit des in Wasser gelösten Chlorhydrates gegen Brom erwiesen hatte, wurde an die quantitative Bestimmung geschritten.

L. Henry[1] gibt an, dass das Chlorhydrat des Allylamins glatt Brom addirt, und dass das Chlorhydrat des Dibrompropylamins dadurch entsteht. Ich selbst habe mich überzeugt, dass das Chlorhydrat eines gesättigten Amins (Äthylamin) sich durch die geringste Menge Bromwassers deutlich und bleibend gelb färbt.

Die Lösung des Crotylaminchlorhydrates wurde zu dem Zwecke zur Trockene gedampft; dasselbe bildet weisse, sehr hygroskopische Nadeln. Diese wurden im Vacuum bis zur Gewichtsconstanz getrocknet, hierauf mit Wasser aufgenommen und mit Bromwasser titrirt.

Es ergab sich folgendes Resultat:

0·1380 *g* Substanz verbrauchten 70·25 cm^3 Bromwasser vom Gehalte 0·0028332 *g* Brom pro Cubikcentimeter bis zum Eintritt der Bläuung von Jodkaliumstärkelösung.

	Verbraucht	Berechnet für $C_4H_9Br_2NHCl$
Br	0·1990323	0·2054.

Hienach addirt die Substanz thatsächlich zwei Atome Brom, und es dürfte daher dieses Reductionsproduct wesentlich Crotylamin sein.

Das gebromte Chlorhydrat desselben gibt auf Zusatz von Platinchlorid rothgelbe Krystalle; eine Analyse derselben wurde von mir nicht ausgeführt.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, mehrerer negativer Versuche Erwähnung zu thun. Bei der Darstellung des Oximes des Crotonaldehyds bildet sich, wie schon eingangs gezeigt, ein

[1] Berichte, 8, 399.

öliger Körper, aus dem die Krystalle des beschriebenen Crotonaldoxims, so oft sie auch von der Mutterlauge getrennt wurden, bei langem Stehen fortfuhren, sich auszuscheiden. Die Ausbeute an diesem nicht krystallisirbaren Product übertrifft die an krystallisirbarem Oxim um das Doppelte. Eine Verbrennung der nicht gereinigten Substanz ergab annähernd dieselbe Zusammensetzung, wie ich sie für das krystallisirbare Product gefunden habe, nämlich H = 8·3, C = 54·8 (theoretisch 8·3 H, 56·44 C). Bis nun war ich nicht im Stande, eine Reinigungsmethode für dieses zweite Reactionsproduct auszufinden; weder die Wasserabspaltung, noch die Reduction, noch eine vorgenommene Äthylirung führten zu einem fassbaren Körper. Ebenso missglückte der Versuch einer fractionirten Destillation im Vacuum, wobei sich der Körper zersetzt. Bemerkenswerth ist, dass diese Substanz sich dem Essigsäureanhydrid gegenüber so verschieden von dem Crotonaldoxim verhält. Es wurden in derselben Weise, wie dies bei der Darstellung des Crotonsäurenitrils beschrieben wurde, nur äusserst geringe Mengen eines Öles gewonnen, das einen Nitrilgeruch besass, der Rest der Substanz war total verharzt; es ist nicht ausgeschlossen, dass hier ein isomeres Crotonoxim vorliegt, welches nicht zur Classe der Nitrilaldoxime gehört, das krystallisirte Oxim ist hingegen dieser Gruppe von Verbindungen einzureihen. Im Sinne der Auseinandersetzungen von Hantsch[1] über die stereochemisch isomeren Oxime kommt demselben die Configuration

$$C_3H_5—C(—H)=N—OH$$

zu.

[1] Berichte, 1891, 7, 13.

Einwirkung von Jodwasserstoff auf einige Amidosäuren

von

Adolf Kwisda.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Dr. Ad. Lieben an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

In der vorliegenden Untersuchung habe ich mir zur Aufgabe gestellt, zu ermitteln, ob und unter welchen Umständen in Amidosäuren verschiedener Constitution die Amidgruppe durch Einwirkung von Jodwasserstoff abgespalten und durch Wasserstoff ersetzt werden könne, und die hiebei entstehenden Umwandlungsproducte der Amidosäuren zu studiren.

Es hat sich gezeigt, dass bei allen untersuchten Säuren unter Anwendung eines Überschusses von Jodwasserstoff bei genügend hoher Temperatur und entsprechend langer Einwirkungsdauer die Abspaltung in dem angedeuteten Sinne vollständig oder nahezu quantitativ verläuft.

Zur Untersuchung gelangten: Glycocoll, α- und β-Alanin, Leucin, Asparaginsäure, Glutaminsäure und die drei Amidobenzoesäuren.

Der Gang der Untersuchung war in allen Fällen der gleiche: Es wurde die Säure stets mit einem Überschuss an Jodwasserstoff (sp. G. = 1·96) im zugeschmolzenen Rohr erhitzt, nach dem Öffnen der Röhreninhalt quantitativ in einen Kolben gespült und nach Verdünnung mit Wasser bis auf wenige Cubikcentimeter aus dem Ölbade abdestillirt; in einigen Fällen wurde der gasförmige Inhalt der Röhre auf Kohlendioxyd geprüft. Der Rückstand im Kolben wurde mit Wasser verdünnt, mit schwefliger Säure entfärbt und mit ammoniakfreier Natronlauge bis fast zur

Trockene eindestillirt. Das Übergehende wurde in einer gemessenen Menge Salzsäure von bekanntem Titre aufgefangen und mit gestellter Ammoniaklösung zurücktitrirt.

Durch einen besonderen Versuch wurde in jedem einzelnen Falle festgestellt, dass die ursprüngliche Substanz, mit Natronlauge allein destillirt, keine quantitativ nachweisbare Menge Ammoniak ergab.

Ob die übergehende Base Ammoniak war, wurde jedesmal in einem besonderen Versuch durch Analyse des Platindoppelsalzes bestimmt.

I. Glycocoll ($CH_2.NH_2.COOH$).

Zu den Versuchen 1 bis inclusive 3 wurde das Chlorhydrat, zu den weiteren Versuchen die freie Säure verwendet; für den Fall einer vollständigen Abspaltung der Amidgruppe musste das Chlorhydrat 15·24%, die freie Säure 22·06% Ammoniak liefern.

	g Chlorhydrat	mit JH	durch Stunden	auf ° C.	gaben NH_3	
1.	0·3150	20 *cm*³	8	120	0·0180 *g*	= 3·075%
2.	0·8270	30	12	150	0·069	= 8·34
3.	0·4265	25	24	200	0·0612	= 14·35
	Freie Säure					
4.	0·3065	20	22	220	0·0662	= 22·04

Um zu ermitteln, ob es nicht auch bei niederer Temperatur möglich sei, durch lang andauerndes Erhitzen mit Jodwasserstoff das Glycocoll vollständig zu spalten, wurden folgende Versuche angestellt:

	g Glycocoll	mit JH	durch Stunden	auf ° C.	gaben NH_3	
5.	0·5093	25 *cm*³	56	120	0·048674 *g*	= 9·16%
6.	1·0550	40	80	120	0·098576	= 9·34
7.	0·3870	20	60	160	0·04848	= 12·52

Es scheint also zur vollständigen Zersetzung des Glycocolls selbst langandauernde Einwirkung von Jodwasserstoff bei niedrigerer Temperatur nicht zu genügen. Zum Nachweis, dass die bei der Destillation mit Natronlauge übergehende Base thatsäch-

lich Ammoniak sei, wurde ein in Salzsäure aufgefangenes Destillat auf dem Wasserbade zur Trockene gebracht, wobei sich eine Krystallmasse abschied, deren wässerige Lösung mit Platinchlorid einen gelben, krystallinischen Niederschlag gab, der sich nach der Platinbestimmung als Platinsalmiak erwies.

0·5960 *g* des bei 105° C. zur Gewichtsconstanz gebrachten Niederschlages gaben 0·26176 *g* Platin = 43·92% (statt 44·20%).

Ferners wurde, um zu bestimmen, was neben Ammoniak entstanden sei, eine grössere Menge Glycocoll mit Jodwasserstoff erhitzt, der Röhreninhalt unter mehrmaligem Zusatz von Wasser fast bis zur Trockene destillirt, das saure Destillat mit Natriumbisulfit entfärbt, durch Bleicarbonat entjodet, vom entstandenen Niederschlag abfiltrirt, das Filtrat mit Silbersulfat versetzt, um in Lösung gebliebenes Bleijodid zu fällen und die vollständig jodfreie Flüssigkeit mit verdünnter Schwefelsäure destillirt. Es ging eine sauer reagirende Flüssigkeit über, die mit Silberoxyd eingedampft, ein Silbersalz gab, das sich nach Aussehen und Silbergehalt als Acetat erwies.

0·2567 *g* Salz gaben 0·1652 *g* Ag = 64·35% statt 64·66%.

Jodwasserstoff wirkt also in der Hitze derart auf Glycocoll ein, dass unter Abscheidung von Jod Ammoniak und Essigsäure entstehen, wie dies folgende Gleichung versinnbildlicht:

$$CH_2\begin{cases}NH_2\\COOH\end{cases} + 3\,JH = CH_3COOH + JNH_4 + J_2$$

II. α-Alanin ($CH_3CH(NH_2).COOH$).

(Berechnet 19·01% NH_3.)

	g Alanin	mit JH	durch Stunden	auf ° C.	gaben NH_3	
1.	0·357	20 *cm*³	18	150	0·0495 *g*	= 14·00%
2.	0·426	20	20	180	0·0753	= 17·60
3.	0·6513	25	20	200	0·122052	= 18·74

Der Nachweis der beiden Spaltungsproducte (Ammoniak und Propionsäure) wurde ähnlich geführt wie bei Glycocoll.

0·523 *g* Platindoppelsalz gaben 0·20369 *g* Pt = 44·17%.

0·2015 *g* Silbersalz der Säure gaben 0·1199 *g* Ag = 59·50% statt 59·66%.

Die Reactionsgleichung lautet:

$$CH_3CH\begin{cases}NH_2\\COOH\end{cases} + 3JH = CH_3.CH_2COOH + JNH_4 + J_2.$$

III. β-Alanin ($CH_2NH_2.CH_2.COOH$).

(Berechnet 19·01% NH_3.)

Dasselbe war dargestellt nach der Vorschrift Mulder's.[1] Es wurde in etwa 50%iger Ausbeute erhalten; Stickstoffbestimmung und Elementaranalyse stimmten auf die Formel $C_3H_7NO_2$.

0·2019 *g* Substanz gaben 0·1434 *g* H_2O und 0·2978 *g* CO_2.

0·6950 *g* Substanz lieferten bei der Kjeldahl'schen Stickstoffbestimmung eine Menge Ammoniak, die 16·89 cm^3 einer Salzsäure neutralisirte, von der je 1 cm^3 0·016899 *g* HCl enthielt. Dies entspricht einem Gehalt von 15·75% N.

	Berechnet	Gefunden
C.....	40·45%	40·21%
H.....	7·86	7·88
N.....	15·73	15·75.

Dabei möchte ich noch erwähnen, dass das von mir dargestellte β-Alanin nicht den von Mulder[2] angegebenen und auch im Beilstein'schen Handbuch aufgenommenen Schmelzpunkt 180° zeigte, sondern selbst beim Erhitzen auf 220° weder in offener, noch in geschlossener Capillare zum Schmelzen zu bringen war. Dagegen sublimirte die Substanz nach der Angabe von Heintz[3] unter geringfügiger Verkohlung.

---

[1] B. B. 9, 1903.

[2] L. c. 1904.

[3] A. 156, 48.

Die quantitativen Versuche ergaben:

	g β-Alanin	mit JH	durch Stunden	auf ° C	gaben NH_3	
1.	0·437	20 *cm*³	24	120	0·03457 *g*	= 7·89%
2.	0·732	30	24	150	0·08249	= 11·25
3.	0·5183	30	24	180	0·0929617	= 17·93
4.	0·2213	15	20	200	0·042001	= 18·97

Ammoniakbestimmung und Propionsäurenachweis wurden wie oben vorgenommen.

0·9169 *g* Chloroplatinat gaben 0·40344 *g* Pt = 44·00%.
0·4374 *g* Silbersalz gaben 0·2600 *g* Ag = 59·44% statt 59·66%.

Reactionsgleichung:

$$CHNH_2 . CH_2 . COOH + 3\,JH = CH_3CH_2 . COOH + JNH_4 + J_2 .$$

IV. Leucin.

(Berechnet 13·00% NH_3.)

Dasselbe wird nach Hüfner[1] durch Erhitzen mit Jodwasserstoff auf 140—150° in Ammoniak und Capronsäure gespalten. Wie ich gefunden habe, erfolgt die Spaltung bei dieser Temperatur nicht quantitativ, sondern erst bei langem Erhitzen auf 180° C.

Die Untersuchung wurde an einem im hiesigen Laboratorium aus Caseïn dargestellten und bis zum Verschwinden der Tyrosinreaction gereinigten Präparate vorgenommen.

	g Leucin	mit JH	durch Stunden	auf ° C.	gaben NH_3	
1.	0·2546	15 *cm*³	12	120	0·01504 *g*	= 5·90%
2.	0·3478	20	16	140	0·028176	= 8·10
3.	0·4650	25	24	160	0·047258	= 10·16
4.	0·3545	20	40	180	0·04261	= 12·01
5.	0·4670	25	70	180	0·060078	= 12·87

Über die Structur der entstehenden Capronsäure spricht sich Hüfner am angeführten Orte nicht aus.

[1] Z. f. Ch., 1868, 391.

Aus jüngst veröffentlichten Versuchen folgern Schultze und Lykiernik[1] für das aus pflanzlichem Eiweiss dargestellte Leucin die Constitution einer α-Amidoisobutylessigsäure, geben aber gleichzeitig die Möglichkeit zu, dass anders dargestellte Leucine anders constituirt sein könnten.

Die von mir aus meinem Präparate dargestellte Capronsäure erwies sich nach Krystallwassergehalt und Löslichkeit des Kalksalzes als die normale. Diese Identificirung der Säure wurde folgendermassen vorgenommen: Nach dem Erhitzen einer grösseren Menge Leucin mit Jodwasserstoff wurde der Röhreninhalt mit Wasser verdünnt, mit schwefliger Säure entfärbt und bis auf wenige Cubikcentimeter abdestillirt; aus dem sauren Destillate wurde durch abwechselnden Zusatz von Kupfersulfat und schwefliger Säure das Jod entfernt; dabei ging etwas Kupfercapronat mit in den Niederschlag, während eine ganz kleine Menge Jod als Jodkupfer in Lösung blieb. Nach dem Abfiltriren des Niederschlages wurde das Filtrat zur vollständigen Fällung des Jods mit Silbersulfat versetzt, abermals filtrirt und hierauf unter Zusatz von etwas verdünnter Schwefelsäure destillirt, wobei eine sauer reagirende Flüssigkeit überging. Der hauptsächlich aus Kupferjodür neben wenig Kupfercapronat bestehende Niederschlag wurde ebenfalls mit Wasser und verdünnter Schwefelsäure destillirt, bis im Destillat Jodwasserstoff nachgewiesen werden konnte. Die Flüssigkeit im Kolben wurde nun neuerlich mit Wasser versetzt und die Destillation in der beschriebenen Art mehrmals wiederholt. Die vereinigten Capronsäuredestillate wurden in bekannter Weise in das Kalksalz übergeführt, von dem eine Wasser- und Calciumbestimmung, sowie eine Löslichkeitsermittelung vorgenommen wurde.

0·3711 *g* presstrockenes Salz gaben beim Erhitzen auf 120° C. 0·0235 *g* Wasser ab; beim nachfolgenden Glühen hinterblieben 0·0721 *g* CaO.

	Gefunden	Berechnet
H_2O	6·33%	6·25%
CaO	19·43	19·44.

[1] B. B. 24, 669.

Bei der Löslichkeitsbestimmung gaben **10·5460** *g* der bei 23° C. durch mehrstündiges Schütteln hergestellten gesättigten Lösung beim Abdampfen mit Schwefelsäure **0·1299** *g* SO_4Ca. 100 Theile Wasser lösen also bei 23° C. 2·50643 *g* wasserfreies Salz, während sich nach den Angaben von Keppich[1] für normalcapronsaures Calcium 2·51225 *g* berechnen.

Dass die bei der Zersetzung entstehende Base thatsächlich Ammoniak war, wurde wieder durch eine Platinbestimmung nachgewiesen.

0·5834 *g* Platinsalz gaben 0·2578 *g* Pt = 44·18%.

Demnach lautet die Reactionsgleichung:

$$CH_3(CH_2)_3CH(NH_2).COOH + 3JH = CH_3(CH_2)_4COOH + JNH_4 + J_2$$

V. Asparaginsäure $\begin{pmatrix} CH(NH_2).COOH \\ | \\ CH_2.COOH \end{pmatrix}$.

(Berechnet 12·79% NH_3.)

Bei den mit dieser Säure vorgenommenen Versuchen zeigte sich nach dem Erhitzen mit Jodwasserstoff beim Öffnen der Röhre stets starker Druck, der von Kohlensäure herrührte, die durch Einleiten in Barytwasser nachgewiesen wurde.

	g Substanz	mit JH	durch Stunden	auf ° C.	gaben NH_3	
1.	0·2916	20 *cm*³	25	180	0·030692 *g*	= 11·36%
2.	0·1004	15	15	200	0·01243	= 12·38
3.	0·6540	35	25	200	0·08282	= 12·66

Ausserdem war eine flüchtige Säure entstanden, die sich als Propionsäure erwies:

0·3172 *g* Silbersalz gaben 0·189 *g* Ag = 59·60% statt 59·66%.

Ammoniakbestimmung:

0·4725 *g* Chloroplatinat gaben 0·2080 *g* Pt = 44·02%.

[1] W. M., 1888, 594.

Reactionsgleichung:

$$C_2H_3(NH_2)(COOH)_2 + 3JH = C_2H_5.COOH + CO_2 + JNH_4 + J_2.$$

VI. Glutaminsäure $\left(CH_2\begin{matrix}CH(NH_2).COOH\\CH_2.COOH\end{matrix}\right)$.

(Berechnet 11·59% NH_3.)

	g Substanz	mit JH	durch Stunden	auf ° C.	gaben NH_3	
1.	0·4586	20 cm^3	12	150	0·0246 g	= 4·2 %
2.	0·2910	15	20	180	0·0280	= 9·62
3.	0·4291	20	12	200	0·0420	= 9·79
4.	0·6546	30	20	200	0·06677	= 10·20
5.	0·4275	25	20	220	0·49213	= 11·51

Ausserdem wurden Kohlensäure (wie oben) und Buttersäure nachgewiesen.

0·249 g Silbersalz gaben 0·139 g Silber = 55·82% statt 55·40%.

NH_3-Bestimmung:

0·4678 g Chloroplatinat gaben 0·2059 g Pt = 44·01%.

Reactionsgleichung:

$$C_3H_5(NH_2)(CO_2H)_2 + 3JH = C_3H_6.COOH + JNH_4 + J_2 + CO_2.$$

In den Kreis meiner Untersuchungen wurden auch die drei Amidobenzoesäuren einbezogen. Rosenstiehl[1] gibt an, durch Erhitzen derselben mit überschüssigem Jodwasserstoff (sp. Gew. über 2) zu den entsprechenden Toluidinen gekommen zu sein. Bei meinen Versuchen entstanden nur geringe Mengen indifferenter, flüchtiger, in H_2O unlöslicher Öle von deutlich an Benzol erinnerndem Geruch (Kohlenwasserstoffe), während die Hauptreaction stets in dem Sinne verlief, dass NH_3 abgespalten und Benzoesäure gebildet wurde.

[1] Z. f. Ch., 1869, 471.

VII. *o*-Amidobenzoesäure $\left(C_6H_4\begin{matrix}NH_2\\COOH\end{matrix}\ 1,2\right)$.

(Theoretisch 12·41% NH_3.)

	g Substanz	mit JH	auf ° C.	durch Stunden	gaben NH_3	
1.	0·426	20 *cm*³	120	20	0·01345 *g*	= 3·16%
2.	0·5130	25	150	12	0·0189	= 3·68
3.	0·4790	25	180	20	0·0325	= 6·78
4.	0·3565	20	200	20	0·02943	= 8·256
5.	0·4782	25	220	24	0·05046	= 10·55
6.	0·5291	25	250	24	0·0583068	= 11·02
7.	0·4975	25	250	60	0·0550236	= 11·06
8.	0·5764	25	280	50	0·0634415	= 11·18

Beim Öffnen der Röhren wurde CO_2, in dem bei der Destillation mit Natronlauge übergehenden Antheil qualitativ Anilin durch die Furfurolreaction und die Chlorkalkprobe nachgewiesen.

In dem sauren Destillate, das unmittelbar nach dem Öffnen der Röhren erhalten wurde, befand sich ein Kohlenwasserstoff, der durch nochmalige Destillation der Flüssigkeit, wobei die zuerst übergehenden Antheile für sich aufgefangen wurden, sich als ein leichtes Öl abschied. Indessen wurden aus etwa 5 *g* Säure nur wenige Tropfen des Öles erhalten, das deutlichen Geruch nach aromatischen Kohlenwasserstoffen besass und beim Destilliren aus dem Ölbade bei einer Badtemperatur von 72 bis 75° C. überging.

Ausserdem enthielt dieses Destillat noch Benzoesäure, die nachgewiesen wurde durch Entfärben desselben mit schwefliger Säure und Ausschütteln mit Äther. Beim Verdunsten des mit etwas schwefligsäurehaltigem Wasser gewaschenen Äthers blieb eine weisse Krystallmasse zurück, die beim Erhitzen unter Entwicklung eines kratzenden Geruches in weissen Nadeln sublimirte, die den Schmelzpunkt 122° C. zeigten, während für Benzoesäure 120° C. angegeben ist.

Von der Salzsäure neutralisirenden Base wurden Platinbestimmungen an drei Fractionen ausgeführt.

1. 0·536 *g* Chloroplatinat gaben 0·2359 *g* Pt = 44·00%.
2. 0·2252 *g* „ „ 0·0863 *g* Pt = 38·33%.
3. 0·0640 *g* „ „ 0·0234 *g* Pt = 36·56%.

Für Ammoniak sind 44·20%, für Anilin 32·93% berechnet. Die in der zweiten und dritten Fraction gefundenen Zahlen weisen daher in Übereinstimmung mit dem qualitativen Befunde auf eine Beimengung von Anilin zu dem der Hauptmenge nach entstandenen Ammoniak.

Es scheint also, dass die Anthranilsäure einerseits durch blosse Temperaturwirkung in Anilin und Kohlensäure gespalten wird, anderseits unter Einwirkung von Jodwasserstoff in Ammoniak und Benzoesäure zerfällt.

VIII. *m*-Amidobenzoesäure $\left(C_6H_4\begin{matrix}NH_2\\COOH\end{matrix}\ 1,3\right)$.

(Berechnet 12·41%.)

Diese Säure zerfällt mit JH schon bei 180° quantitativ in NH_3 und Benzoesäure, ohne dass CO_2 und Kohlenwasserstoffe nachweisbar wären.

	g Säure	mit JH	auf ° C.	durch Stunden	gaben NH_3	
1.	0·8485	40 *cm*³	150	8	0·038329 *g*	= 8·27%
2.	0·4778	25	180	12	0·0669078	= 12·33

Die beiden Zerfallsproducte wurden wie bei VII bestimmt. Die Benzoesäure zeigte Schmelzpunkt 120°, Sublimation unter kratzendem Geruch und die Reaction mit Fe_2Cl_6.

0·4680 *g* Chloroplatinat der Base gaben 0·2060 Pt = 44·00%.

IX. *p*-Amidobenzoesäure $\left(C_6H_4\begin{matrix}NH_2\\COOH\end{matrix}\ 1,4\right)$.

(Berechnet 12·41%.)

Auch hier entsteht, wie bei der *o*-Verbindung, neben Benzoesäure und NH_3 noch CO_2 und Kohlenwasserstoffe. Die quantitativen Versuche ergaben:

	g Substanz	mit JH	auf ° C.	durch Stunden	gaben NH_3	
1.	0·459	30 *cm*³	120	20	0·02768 *g* =	6·03%
2.	0·527	30	150	24	0·4573 =	8·68
3.	0·3215	20	180	24	0·03016 =	9·37
4.	0·4620	25	200	24	0·05120 =	11·08
5.	0·6735	40	220	30	0·08103 =	12·03

Der wie bei Anthranilsäure gewonnene kohlenwasserstoffartige Körper ging aus dem Ölbade bei einer Badetemperatur von 75 bis 88° C. über. Zu einer Fractionirung war die Menge nicht ausreichend.

Die Base ergab folgende Platinzahlen:

1. Fr. 0·5555 *g* Pt-Salz gaben 0·244 *g* Pt = 43·93%.
2. Fr. 0·5110 *g* „ „ 0·225 *g* Pt = 44·00%.
3. Fr. 0·3185 *g* „ „ 0·1388 *g* Pt = 43·56%.
4. Fr. 0·1080 *g* „ „ 0·0465 *g* Pt = 43·06%.

Benzoesäure wurde wie in den beiden früheren Fällen isolirt und der Schmelzpunkt mit 120° C. gefunden.

Ein Vergleich des Verhaltens der drei isomeren Amidobenzoesäuren zeigt, dass eigenthümlicherweise die *m*-Säure bei weitem leichter ihr Amid als Ammoniak abgibt, wie die *o*- und die *p*-Säure. Erstere zerfällt glatt nach der Gleichung:

$$C_6H_4\begin{cases}NH_2\\COOH\end{cases} + 3\,JH = JNH_4 + C_6H_5.COOH + J_2.$$

Die beiden anderen Säuren erleiden zwar durch Jodwasserstoff analoge Zersetzungen, doch treten bei ihnen noch Nebenreactionen auf (Abspaltung von CO_2, Auftreten von Kohlenwasserstoffen).

Durch Einwirkung von Jodwasserstoff auf Amidosäuren wird demnach die Amidgruppe je nach der Constitution der Säure mit verschiedener Leichtigkeit abgespalten und durch Wasserstoff ersetzt. In einzelnen Fällen bedarf es hiezu keiner sehr hohen Temperatur und bewirken auch andere Halogenwasserstoffsäuren die Bildung von NH_3. Ein solcher Fall liegt in der Colchicinsäure

vor, welche nach Zeisel[1] als Amidosäure aufzufassen ist und schon bei 150° C. durch concentrirte Salzsäure in NH_3 und andere bisher noch nicht studirte Producte übergeht.

Besondere Erwähnung verdient unter meinen Versuchsergebnissen das Auftreten von CO_2 bei der Einwirkung von JH auf amidirte zweibasische Säuren.

Schliesslich sei es mir noch gestattet, meinen verehrten Lehrern, Herrn Prof. Dr. Lieben und Herrn Adjuncten Dr. Zeisel, für die freundliche Unterstützung, die sie mir bei Ausführung meiner Arbeit zu Theil werden liessen, auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

---

[1] W. M., 1888, 6.

Über die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf Chinaalkaloide

von

Zd. H. Skraup.

Aus dem chemischen Institute der k. k. Universität in Graz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Das mir eben zugekommene Maiheft der Monatshefte zeigt im Einlauf an, dass die Herren Lippmann und Fleissner eine Untersuchung, betitelt „Über die Einwirkung der Jodwasserstoffsäure auf Chinin und das Isochinin", der kais. Akademie zur Veröffentlichung vorgelegt haben.

Nachdem nun schon seit mehreren Monaten im hiesigen Institute von mir und den Herren v. Bucher, Neumann, Pum und Schubert das Verhalten der bekannteren vier Chinaalkaloide und einiger ihrer Derivate gegen Jodwasserstoff gleichfalls untersucht worden ist, glaube ich die bisher erhaltenen Resultate in Kürze mittheilen zu sollen.

Chinin, Chinidin, Cinchonidin und Cinchonin in concentrirter Jodwasserstoffsäure gelöst, gehen langsam bei gewöhnlicher Temperatur, rascher bei Wasserbadwärme in gelb bis orangeroth gefärbte Verbindungen über, welche durch Vereinigung von ein Moleküle Base mit drei Molekülen HJ entstanden sind.

Chinin und Chinidin spalten unter Umständen auch noch Methyl ab und es entstehen dann in Kalilauge lösliche Verbindungen der Formel $C_{19}H_{22}N_2O_2(HJ)_3$. Alle die erwähnten Substanzen krystallisiren sehr gut und sind in Wasser so gut wie nicht, in absolutem Alkohol schwierig, leichter in verdünntem Alkohol löslich, aus welchem sie bei vorsichtiger Behandlung unverändert umkrystallisiren. Die aus den isomeren Alkaloiden

entstehenden Producte gleicher Zusammensetzung sind in Ansehen, Löslichkeit und durch ihren Schmelzpunkt bestimmt verschieden.

Die empirische Zusammensetzung dieser Additionsproducte ist ganz so wie man sie nach den bisherigen Untersuchungen von Königs, Zorn und mir über die Einwirkung von Chlor- und Bromwasserstoffsäure auf Chinabasen erwarten konnte.

Dagegen ist ihre chemische Natur in einigen Fällen anders als zu vermuthen war.

Zwar spalten die Verbindungen $C_{20}H_{24}N_2O_2(HJ)_3$ und $C_{19}H_{22}N_2O.(HJ)_3$, die aus Chinin und Cinchonidin entstehen, mit Alkalien kalt oder in gelinder Wärme behandelt, zwei Moleküle Jodwasserstoffsäure ab und liefern Basen $C_{20}H_{25}N_2O_2J$, beziehlich $C_{18}H_{23}N_2OJ$, die in ihrer Zusammensetzung ganz analog jenen sind, die aus den bisher beschriebenen Additionsproducten der Chinaalkaloide mit Chlor- und Bromwasserstoffsäure dargestellt wurden. Die isomeren Verbindungen $C_{20}H_{24}N_2O_2(HJ)_3$ und $C_{18}H_{22}N_2O.(HJ)_3$ aus Chinidin und Cinchonin werden aber auch durch überschüssiges Alkali nur derart zersetzt, dass ein Molekül Jodwasserstoffsäure austritt und Basen der Formel $C_{20}H_{26}N_2O_2J_2$ und $C_{19}H_{24}N_2O.J_2$ entstehen, welche so gut wie nicht gefärbt sind und auch nach ihrem sonstigen Verhalten Perjodide bestimmt nicht, also gewiss auch Jodwasserstoffadditionsproducte sind. Ganz analog verhalten sich die aus Chinin und Chinidin entstehenden, in Kalilauge löslichen Verbindungen $C_{19}H_{22}N_2O_2(HJ)_3$, die aus ersterem spaltet zwei, die aus letzterem wieder bloss ein Molekül Säure ab.

Dieser wesentliche und constitutionelle Unterschied zwischen Chinin und Chinidin, sowie zwischen Cinchonidin und Cinchonin ist umso wichtiger, weil alle die bisherigen und so zahlreichen Untersuchungen über die Chinabasen nennenswerthe Verschiedenheiten im Verhalten der isomeren Alkaloide nicht kennen gelehrt haben.

Nicht uninteressant ist, dass die Alkaloide, welche das circularpolarisirte Licht in gleichem Sinne drehen, das gleiche Sättigungsvermögen zeigen.

Doch darf nicht unerwähnt bleiben, dass auch das Chinin, wenngleich viel schwieriger wie das Chinidin, auch noch ein zweites Molekül HJ additionell aufzunehmen vermag, wenn es

mit Jodwasserstoffsäure vom specifischen Gewichte 1·96 und in grossem Überschuss erwärmt wird. Die unter Methylabspaltung jetzt entstehende Verbindung $C_{19}H_{22}N_2O_2(HJ)_3$ gibt mit Alkalien zersetzt aber immer ein Gemisch der Basen $C_{19}H_{24}N_2O_2J_2$ und $C_{19}H_{23}N_2O_2J_2$. Chinidin dafür gibt mit sehr concentrirter Jodwasserstoffsäure keine anderen Producte als mit der verdünnteren.

Die kurz angedeuteten Verhältnisse sind selbstverständlich nicht bloss durch Analyse der ursprünglich entstandenen salzartigen Verbindungen und der aus ihnen entstehenden Basen, sondern auch durch die Untersuchungen von anderen Salzen festgestellt.

Die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf die Chinabasen kam unter der doppelten Voraussicht in Angriff, dass das addirte Jod leichter beweglich sein wird als in den analogen Chlor- und Bromverbindungen, und dass in Folge dessen auch ein Austausch von Jod gegen Atomgruppen durchführbar sei, desshalb Derivate der ursprünglichen Basen entstehen können, deren Spaltung neue Gesichtspunkte geben wird. Die erste Annahme hat sich natürlich erfüllt, die zweite leider nicht. Alle Versuche mit Ätzalkalien, Natriumäthylat, Natriummalonsäureester, Anilin, Silberbenzoat, Silbernitrat etc. verliefen derart, dass sowohl aus den ein, als auch aus den zwei Jod enthaltenden Basen der additionelle Jodwasserstoff wieder abgespalten wurde.

Dieser Wiederaustritt verläuft aber nicht immer in gleicher Richtung. Die Base $C_{19}H_{24}N_2OJ_2$ aus Cinchonin gab mit Silbernitrat fast ausschliesslich, mit Natriumalkoholat überwiegend neugebildetes Cinchonin; bei der letzteren Reaction entstand in kleinerer Menge eine in Äther leicht lösliche Base, die bisher nicht krystallisiren wollte, vielleicht aber doch Isocinchonin ist.

Die Chinidinverbindung $C_{20}H_{26}N_2O_2J_2$ dagegen gibt bei gleicher Behandlung nicht die ursprüngliche Base, sondern eine isomere Verbindung, die zwar verschiedene schwer lösliche, aber durchwegs schwierig krystallisirende Salze liefert. Die isomere Chininverbindung verhält sich im Ganzen ganz ähnlich, regenerirt aber doch immer auch etwas Chinin. Ebenso erhält man aus der in Kalilauge löslichen Chininverbindung nicht, wie möglicherweise der Fall sein konnte, Cuprein, sondern eine isomere Base.

Relativ leicht lassen sich die verschiedenen Hydrojodverbindungen durch Zinkstaub reduciren. Die resultirenden jodfreien Basen sind noch wenig untersucht, doch scheint sicher, dass sie mit jenen Producten, die durch directe Reduction der Chinabasen entstehen, nichts gemein haben. Sie sind theilweise flüssig und fast ohne Zersetzung flüchtig, sehr reich an Wasserstoff, zum Theil wahrscheinlich frei von Sauerstoff, Verhältnisse, die eine eingehendere Untersuchung nahe legen.

Ich will alle theoretischen Speculationen vermeiden und mich nur in der Richtung äussern, dass nämlich aller Wahrscheinlichkeit nach in den jodhältigen freien Basen eine Reduction des Chinolinkernes nicht vorliegen dürfte.

Chinolin und *p*-Chinanisol (der Methyläther des *p*-Oxychinolins) werden auch von Jodwasserstoffsäure vom specifischen Gewicht 1·96 nicht im Geringsten verändert; das letztere spaltet lediglich Methyl ab. Ebenso haben Chitenin und Cinchotenin, die bei der Oxydation von Chinin und Cinchonin mit Kaliumpermanganat entstehenden Basen, keinerlei Fähigkeit, Jodwasserstoff ins Molekül aufzunehmen. Desshalb ist die Annahme gerechtfertigt, dass die Addition in allen Fällen bei der sogenannten zweiten Hälfte der Chinaalkaloide erfolgt.

Gibt man diese aber zu, dann kann man in dieser Hälfte einen hydrirten Chinolinring nicht annehmen, denn selbst für den noch immer hypothetischen Fall, dass der bisher noch nicht genau beschriebene Sauerstoff als Hydroxyl gebunden sei, berechnet sich in jenem höchstens eine Doppelbindung, und eine Addition von zwei Molekülen JH wäre nur bei einer Sprengung des Chinolinringes möglich, gegen welche doch schon der Umstand spricht, dass die Anlagerung von Jodwasserstoff schon bei gewöhnlicher Temperatur erfolgt.

Die ausführliche Beschreibung der hier mitgetheilten und anderer nicht weiter erwähnter Versuche ist vor der letzten Akademiesitzung nicht mehr möglich gewesen; sie wird nach den Ferien erfolgen.

BIBLIOTHEK
DER W. HANDELS-AKADEMIE

Über den Benzoësäureester des Glycosamins

von

Dr. G. Pum.

Aus dem chemischen Institute der k. k. Universität in Graz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Gleichzeitig mit Kueny[1] habe ich mich mit der Untersuchung des Glycosamins beschäftigt und bin in mancher Beziehung, so was die Einwirkung von Phenylhydrazin, sowie salpetriger Säure auf den Benzoësäureester des Glycosamins, zu denselben negativen Resultaten wie jener gelangt. Auch andere Reactionen versagten; so wirken Halogenwasserstoffsäuren auf Glycosamin gar nicht oder unter totaler Zerstörung ein, die Oxydation mit Brom lieferte stets nur amorphe Producte, reducirende Agentien griffen Glycosaminchlorhydrat nicht an, und das gleiche gilt von dessen Benzoësäureester, der aber bei gesteigerter Temperatur stets Benzoësäure abgab.

Was die Zusammensetzung des Benzoësäureesters betrifft, bin ich zu wesentlich anderen Resultaten als Kueny,[2] und bei Versuchen, die meinigen unabhängig von der Elementaranalyse zu stützen, auf eine nicht schwierig ausführbare Methode gekommen, vermittelst welcher man den Benzoësäuregehalt in Estern mit genügender Genauigkeit in Fällen ermitteln kann, wo die gewöhnlichen Vorschriften mit Sicherheit nicht ausführbar sind.

Da ich die Zusammensetzung des Benzoësäureesters anders gefunden habe wie Kueny, glaube ich die von mir eingehaltenen Bedingungen der Darstellung angeben zu müssen.

---

[1] Zeitschrift für physiolog. Chemie, XIV 4.

[2] Bis auf die quantitative Bestimmung der Benzoësäure war die Untersuchung vollendet, als mir die Untersuchung von Kueny bekannt wurde.

Benzoylirung des Glycosamins.

I.

Durch mehrstündiges Erhitzen des Glycosaminchlorhydrates mit überschüssigem Benzoësäureanhydrid gelang die Benzoylirung nicht, wie auch Kueny angibt; nach dem Zerreiben der Reactionsmasse und Extraction mit Natriumcarbonat hinterblieb ein krystallinischer Rückstand, der aber nur Benzoësäureanhydrid war.

Als jedoch 2 *g* Glycosaminchlorhydrat mit 6·5 *g* Benzoylchlorid zwei Stunden in einem Kölbchen mit aufgesetzter Capillare auf dem Ölbade auf 150—160° erhitzt wurden, trat bei 150° die Entwicklung von Salzsäure ein, die ganze Masse färbte sich intensiv braun und hinterliess beim Verreiben mit Natriumcarbonatlösung braune Krystalle, die, aus Alkohol oft umkrystallisirt, den anfänglichen Schmelzpunkt 135° auf 202° erhöhten. Leider hatte ich von dem höchstschmelzenden Product nicht soviel, um eine Elementaranalyse machen zu können, es ist aber wohl nicht zu zweifeln, dass das erhaltene Product identisch mit jenem des gleichen Schmelzpunktes ist, das durch Benzoylirung in alkalischer Lösung entsteht. Die Ausbeute ist sehr gering, und wird dadurch erklärt, warum Kueny auf diese Art negative Resultate erhalten hat. Rasch und in relativ guter Ausbeute erfolgt die Darstellung nach der Methode von Schotten, Baum und Baumann.

Je 15 *g* Glycosaminchlorhydrat, in 60 Theilen Wasser gelöst, versetzte ich mit 420 cm^3 10% Natronlauge und 60 cm^3 Benzoylchlorid. Die Gemenge wurden unter zeitweiliger Abkühlung solange geschüttelt, bis der Geruch nach Benzoylchlorid fast vollständig verschwunden war und sich das abgeschiedene Benzoylderivat zu einer zusammenhängenden teigigen Masse vereinigt hatte. Dann wurde die alkalische Flüssigkeit abgegossen, das abgeschiedene Glycosaminbenzoat zu wiederholten Malen mit Wasser kräftig durchgeschüttelt, bis die ablaufende Flüssigkeit nicht mehr alkalisch reagirte. Die durch diese Operation consistenter gewordene Masse zweier Operationen wog 15 *g*.

Dieselbe wurde nun mit ungefähr 50 *g* Alkohol auf dem Dampfbade erhitzt. Hiebei färbte sich der Alkohol gelb, während

sich ein krystallinischer weisser Körper absetzte. Nun wurde Alkohol zugesetzt und zum Kochen erhitzt, bis vollständige Lösung erfolgte; hiezu waren 1200 *g* Alkohol erforderlich.

Die gelbliche Lösung kochte ich längere Zeit mit geglühter Thierkohle. Die hiernach filtrirte Flüssigkeit war vollkommen farblos und schied schon beim Filtriren zu Gruppen vereinigte nadelförmige Krystalle ab; nach dem vollständigen Erkalten erstarrte die ganze Lösung zu einem filzigen Brei. Die von der Mutterlauge durch Absaugen getrennte Krystallmasse wurde mit Alkohol gewaschen und nochmals in der 70fachen Menge kochenden Alkohols gelöst und zum Krystallisiren gebracht. Nach dem Absaugen der Mutterlauge und Auswaschen mit Alkohol trocknete ich die erhaltenen Krystalle über concentrirter Schwefelsäure. Die Menge derselben betrug 8 *g*. Eine ausgeführte Schmelzpunktbestimmung ergab die Schmelztemperatur zu 203°. Der angegebene Schmelzpunkt änderte sich auch nach sechsmaligem Umkrystallisiren aus Alkohol nicht. Aus den Mutterlaugen wurden durch Eindampfen und wiederholtes Umkrystallisiren noch 2 *g* der bei 203° schmelzenden Krystalle erhalten.

Ein kleiner Theil der Krystalle, aus Eisessig umkrystallisirt, zeigte den Schmelzpunkt 200°, welch' letzterer nach nochmaligem Umkrystallisiren auf 203° stieg. Die erhaltenen Krystalle, noch zweimal aus Alkohol umkrystallisirt, ergaben wieder den Schmelzpunkt zu 203°, welcher sich bei weiterem Umkrystallisiren nicht mehr änderte. Dafür stieg bei einer anderen Darstellung, wo das rohe Estergemenge direct aus Eisessig umkrystallisirt wurde, der Schmelzpunkt allmälig bis auf 215°, ähnlich wie es Kueny beschreibt. Leider war diese Substanz verbraucht, als ich meine späteren Beobachtungen machte, und dann nicht wieder zu erhalten. Ich hatte aber festgestellt, dass die Zusammensetzung durch die Verschiedenheit des Schmelzpunktes nicht berührt wird.

Die Analysen sind mit Material verschiedener Darstellung ausgeführt, Nr. 3 und 4 mit dem Ester vom Schmelzpunkt 215°.

1. 0·1155 *g* lieferten 0·2975 *g* CO_2 und 0·05 *g* H_2O.
2. 0·2000 *g* lieferten 0·516 *g* CO_2 und 0·0865 *g* H_2O.
3. 0·1286 *g* lieferten 0·329 *g* CO_2 und 0·0514 *g* H_2O.
4. 0·106 *g* lieferten 0·2717 *g* CO_2 und 0·0469 *g* H_2O.
5. 0·2200 *g* lieferten 4 cm^3 N bei *B* 738 und *t* 16°.

	Berechnet für	
	$C_6H_8(C_7H_5O)_5NO_5$	$C_6H_9(C_7H_5O)_4NO_5$
C	70·38	68·57
H	4·72	4·87
N	2·00	2·34

	Gefunden				
	I.	II.	III.	IV.	V.
C	70·21	70·36	69·79	69·9	—
H	4·81	4·81	4·44	4·91	—
N	—	—	—	—	2·06

Die gefundenen Zahlen stimmen sowohl im Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Stickstoffgehalt ziemlich genau mit den für das Pentabenzoylglycosamin berechneten Zahlen, während sie von denen des Tetrabenzoates besonders im Kohlenstoffgehalt sehr stark abweichen. Da die von Kueny gemachten Beobachtungen mit Ausnahme seiner Analysenzahlen mit den meinen fast völlig übereinstimmen, so ist es wohl ausgemacht, dass sein Tetraester nichts anderes als der Pentaester ist. Das Pentabenzoylglycosamin bildet schneeweisse, feine Nadeln, die, unlöslich in Wasser, sich in ungefähr 200 Theilen kalten, leichter in kochendem Alkohol, sowie heissem Eisessig lösen. Durch Eindampfen mit concentrirter Salzsäure wird unter Abspaltung von Benzoësäure wieder salzsaures Glycosamin gebildet.

Dieselben Spaltungsproducte erhält man, wenn die aus den alkoholischen Mutterlaugen gewonnenen teigigen Massen mit concentrirter Salzsäure gekocht werden, sowie aus den öligen Verbindungen, die sich abscheiden, wenn die nach der Benzoylirung abgegossene Salzlösung nochmals mit Natronlauge und Benzoylchlorid geschüttelt wird.

Obzwar die Elementaranalyse über die Zusammensetzung des Esters kaum Zweifel lässt, schien es mir doch noch wünschenswerth, jene durch directe Benzoylbestimmungen zu bestätigen.

Da bei der Verseifung des Esters mit Alkalien Ammoniak und andere Zerstörungsproducte des Glycosamins entstehen müssen, welche die genaue Bestimmung der Benzoësäure erschweren, ging ich derart vor, dass ich mit der zehnfachen

Menge concentrirter Salzsäure, die mit Benzoësäure gesättigt war, durch zweistündiges Erhitzen im geschlossenen Rohr auf 100° zerlegte. Nach ein- bis zweitägigem Stehen wurde der Rohrinhalt vor der Pumpe filtrirt, zunächst mit der benzoësäurehaltigen Salzsäure, dann mit einer wässerigen Benzoësäurelösung vollständig gewaschen. Der Filterrückstand enthielt neben Benzoësäure geringe Mengen kohliger Substanz, die sich in Natronlauge aber nur spurenweise löste.

Er wurde in überschüssiger $^1/_{10}$ N. Natronlauge gelöst, dann durch Übersättigen mit Säure und Zurücktitriren mit Lauge bestimmt. Lakmus ist als Indicator nicht anwendbar, wohl aber Phenolphtaleïn. Die Normallösungen waren auf reine Benzoësäure gestellt.

Das Verfahren hat mehrere Fehlerquellen, deren erheblichste sein dürften, dass beim Mischen der zwei Waschflüssigkeiten etwas Benzoësäure ausfällt, und neben Benzoësäure auch kleine Mengen humöser Substanzen vom Alkali gelöst werden.

Thatsächlich ist auch in allen Fällen der Benzoylgehalt zu hoch gefunden worden. Der Fehler, etwa 1% +, ist aber viel kleiner als die Differenzen, die sich für ± Benzoyl in den meisten Fällen berechnen und meist 5% übersteigen.

In der Zusammenstellung der Analysen bedeuten Cubikcentimeter $^1/_{10}$ NaOH jene durch Über- und Zurücktitriren gefundene Menge, die zur Neutralisation der gewaschenen Benzoësäure nothwendig war.

Glycosaminbenzoat.

0·703 *g*	verbrauchten	45·8 *cm*³	$^1/_{10}$ NaOH.
0·415 *g*	„	30·2 *cm*³	„	„
0·500 *g*	„	36·0 *cm*³	„	„
0·420 *g*	„	30·2 *cm*³	„	„

Benzoësäure.

Gefunden	Berechnet für das 4.,	5.,	6. Benzoat
88·4%			
88·7			
87·8	82·0	87·3	91·1%
88·7			

Die gefundenen Werthe erhalten dadurch weitere Stütze, dass Benzoesäureester von zweifelloser Zusammensetzung ebenfalls ziemlich gut stimmende, aber auch etwas zu hohe Zahlen lieferten.

	Benzoësäure.		
		Berechnet für	
Glycerintribenzoat.	Gefunden	3,	2 Benzoyle
0·420 *g* verbrauchten 31·4 *cm*³.	91·2	90·6	81·3%

		Berechnet für		
Dextrosepentabenzoat.	Gefunden	4,	5,	6 Benzoyle
0·430 *g* verbrauchten 31·4 *cm*³.	89·0	81·9	87·2	91·0%

Aus dem Angeführten geht hervor, dass das Glycosamin, das wahrscheinlich Aldehyd oder Anhydrid ist, entgegen den Beobachtungen von Baumann und Kueny vollständig benzoylirt werden kann.

Zur Kenntniss der Überwallungsharze

von

Max Bamberger.

Aus dem Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

(Mit 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Nachdem auf Anregung des Herrn Prof. Benedikt im chemischen Laboratorium der technischen Hochschule das Verhalten der Harze bei den quantitativen Reactionen zuerst von v. Schmidt und Erban[1] studirt, und deren Angaben sodann von mir durch die Bestimmung des Methoxylgehaltes[2] ergänzt worden waren, konnte auf Grund der erhaltenen Daten an eine eingehendere wissenschaftliche Untersuchung jener Harze gegangen werden, welche bei diesen Reactionen besonders auffallende Zahlen ergaben.

Ich habe auf Wunsch des Herrn Prof. Benedikt zunächst das Studium der Überwallungsharze der einheimischen Coniferen übernommen, welches desshalb interessante Resultate zu liefern versprach, weil ich in einem derselben, dem Überwallungsharze der Schwarzföhre (*Pinus Laricio* Poir.) einen auffallend hohen Methoxylgehalt entdeckt hatte, während andere Coniferenharze, z. B. Colophonium, das Scherrharz, die Harze von *Pinus Taeda* und *Pinus halepensis* kein Methoxyl enthalten.

Über Veranlassung des Herrn Prof. J. Wiesner wurden zwei Überwallungsharze von Herrn Dr. F. Krasser, Assistent am pflanzenphysiologischen Institute der hiesigen Universität,

---

[1] Monatshefte für Chemie, VII, 655.

[2] Ebenda, XI, 84.

einer näheren Untersuchung unterzogen, wofür ihm hier der wärmste Dank ausgedrückt werde. Dr. F. Krasser schreibt diesbezüglich:

„Bei der naturhistorischen Charakterisirung der beiden Harzproben ergab sich, dass das eine sich als typisches Überwallungsharz der Schwarzföhre (*Pinus Laricio* Poir.) erwies, das andere als Überwallungsharz der Fichte (*Picea vulgaris* Link) anzusehen sei. Das Überwallungsharz der Schwarzföhre wurde schon 1869 von Wiesner entdeckt und in einem seiner für die technische Waarenkunde grundlegenden Werke[1] beschrieben. Behufs Vergleichung mit dem erst zu charakterisirenden Überwallungsharz der Fichte erlaube ich mir diese Beschreibung, in einigen Punkten ergänzt, wiederzugeben, daran soll sich die naturhistorische Charakteristik des Überwallungsharzes der Fichte anschliessen.

a) Das Überwallungsharz der Schwarzföhre.[2]

Die vorliegenden Stückchen haben die Gestalt kleiner Rollkieselsteine, im Durchmesser meist 1—2 *cm*. Die Oberfläche ist durch Verwitterung matt geworden. Die Bruchflächen frisch aufgebrochener Stücke sind von gelblicher Farbe und werden an der Atmosphäre roth mit einem Stich ins Violette. Das gepulverte Überwallungsharz wird schon nach einigen Stunden pfirsichblühroth. Das Überwallungsharz repräsentirt sich als dichte homogene Masse, welche von kleinen bis stecknadelkopfgrossen, zusammenhanglosen Hohlräumen durchsetzt ist. In die amorphe Grundsubstanz sind zahlreiche doppeltbrechende Krystalle eingelagert. Reichlich sind schief rhombische Tafeln vorhanden, welche namentlich nach kurzer Einwirkung von Terpentinöl oder absolutem Alkohol deutlich hervortreten. Die ausserdem in der Grundmasse vorhandenen ausserordentlich zahlreichen kleinen, wetzsteinförmigen Krystalle treten vornehmlich zwischen gekreuzten Nicols deutlich in Erscheinung, wobei sie in verschiedenen Farben

[1] Wiesner, „Die technisch verwendeten Gummiarten, Harze und Balsame". Erlangen 1869, 114 und „Die Rohstoffe des Pflanzenreiches", Leipzig 1873, 100.

[2] Die mitgetheilte Beschreibung fusst auf der von Wiesner l. c. gegebenen.

aufleuchten. An den Kanten sind die Harzsplitter durchscheinend, der Bruch ist flach muschelig, der Glanz als Fettglanz, bernsteinartig zu bezeichnen. Die Dichte ist grösser als die des Wassers und geringer als die der concentrirten Schwefelsäure. Tenacität: spröde bis milde. Strich: weiss. Der Geruch ist angenehm und erinnert an die Zimmtsäure führenden Harze. Sehr deutlich tritt der aromatische Geruch beim gepulverten Harz auf, welches übrigens auch einen an Buttersäure erinnernden Geruch besitzt. Geschmack milde, aromatisch, nicht bitter. Organische Einschlüsse fanden sich nicht vor.

b) Das Überwallungsharz der Fichte.

Knollenförmige, unregelmässig gestaltete Stückchen verschiedener Grösse, 1—3 *cm* im Durchmesser, mit höckeriger, durch Verwitterung matter Oberfläche.

Die frischen Bruchflächen sind bei den festesten Stückchen gelblich und weiss gesprenkelt und werden an der Atmosphäre — wie beim Überwallungsharze der Schwarzkiefer — roth mit einem Stich ins Violette. Bei den meisten Stückchen erscheint jedoch die Bruchfläche marmorirt, der conglomeratartigen Structur des Harzes entsprechend, welches sichtlich aus weissen, gelben bis braunen Massen zusammengesetzt ist. Das gepulverte Harz wird auch nach Tagen nicht pfirsichblühroth, sondern licht zimmtbraun. Die dichtesten Stücke sind der Structur nach homogen, hie und da von sehr kleinen zusammenhanglosen Hohlräumen durchsetzt, während andere Stücke fast körnige Structur aufweisen. Homogene und körnige Structur sind oft an einem Stücke in seinen verschiedenen Partien zu beobachten. In die amorphe Grundmasse sind theils tafelförmige, theils kleine wetzsteinförmige Krystalle eingelagert. Sie sind zahlreich in den dichten homogenen Partien, treten fast gänzlich zurück in denjenigen, wo das Harz in Folge reichlichen Gehaltes an ätherischem Öle geschmeidig ist. Harzbruchstücke sind an den Kanten durchscheinend. Frische Bruchflächen besitzen Fettglanz. Der Bruch ist als flach muschelig bis erdig zu bezeichnen. Dichte grösser als die des Wassers, geringer als die der concentrirten Schwefelsäure. Tenacität: milde bis geschmeidig. Strich: weiss. Geruch lohartig, erinnert weder an Zimmtsäure, noch an Buttersäure;

namentlich am Harzpulver gut wahrzunehmen. Geschmack milde, etwas aromatisch, häufig ingwerartig, nicht bitter.

Organische Einschlüsse. Einzelne von den Harzstücken waren mit Rindenfragmenten im Zusammenhange. Die Art und Weise des Zusammenhanges liess das fragliche Harz als Überwallungsharz erkennen. Die anatomische Untersuchung der erwähnten Rindenfragmente lehrte, dass dieselben von *Picea vulgaris* Link herstammen. Diese Entscheidung wurde dadurch erleichtert, dass als Stammpflanze des Harzes nur Tanne, Lärche, Föhre und Fichte in Betracht kamen. Die anatomische Untersuchung der Rinden von Tanne, Lärche und Fichte wurde bekanntlich schon v. Höhnel (1880)[1] dargelegt, während Möller[2] auch die Föhre aufgenommen hat. Da das zu bestimmende Rindenfragment in der secundären Rinde Steinzellen besass, bei *Pinus* aber die secundäre Rinde gar keine sklerotischen Elemente enthält,[3] so konnte die Identificirung der fraglichen Rinde unter Berücksichtigung der Angaben v. Höhnel's nicht schwer fallen; sie war dann schon an dem gänzlichen Fehlen von Spicularzellen als Fichtenrinde zu erkennen."

Das Überwallungsharz der Schwarzföhre.

Eine grössere Menge des Überwallungsharzes der Schwarzföhre verdanke ich der Güte des Herrn C. Mitterer, Besitzer einer Mühle und Harzsiederei in Weissenbach an der Triesting. Ich erlaube mir hier an dieser Stelle, Herrn Mitterer für die Besorgung dieses nicht leicht zu beschaffenden Harzes meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Der Schmelzpunkt des Überwallungsharzes liegt bei circa 100°. Es löst sich leicht in Alkohol, Äther, Methylalkohol, Eisessig, Amylalkohol, Aceton, theilweise in Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl, fast nicht in Petroleumäther.

Um den Einfluss des Lichtes und der Luft auf das Harz zu ermitteln, wurde es im Dunkeln gepulvert, worauf nach kurzer Zeit intensive Rothfärbung eintrat. Lässt man das gelbe Harz in die Barometerleere aufsteigen, so ist nicht die geringste Roth-

[1] Die Gerberrinden. Berlin 1880, S. 41 und 42.

[2] Anatomie der Baumrinden. Berlin 1882.

[3] Möller, l. c. S. 426.

färbung zu bemerken, selbst wenn das Harz lange dort bleibt. Setzt man das rothe Harz längere Zeit dem Einflusse der Luft aus, so geht die rothe Farbe in eine lichtbräunliche über.

Bei der Destillation des Harzes im Vacuum geht eine bräunlich gefärbte, dickflüssige Masse über, welche noch nicht näher untersucht worden ist. Versetzt man eine alkoholische Lösung des Harzes mit einer Bleizuckerlösung, so erhält man einen sehr reichlichen gelben Niederschlag. Das Harz gibt eine sehr intensive Phloroglucinreaction.

Die Säure- und Jodzahl des Harzes wurde nach der Methode von Schmidt und Erban[1] bestimmt. Die Köttstorfer'sche Zahl konnte nicht bestimmt werden, da die alkalische Lösung des Harzes so dunkel gefärbt war, dass an ein Titriren nicht gedacht werden konnte.

Säurezahl	Jodzahl
116·6	51·9.

Die Methylzahlen wurden mit dem Methoxylbestimmungsapparat von Benedikt und Grüssner vorgenommen.

Methylzahlen.

Harz von Prof. Höhnel	Harz von Weissenbach
49·6	54·8
50·9	54·1.

Ein Vorversuch ergab die Beobachtung, dass, wenn man das Harz längere Zeit mit Wasser kocht, die Lösung vom geschmolzenen Harze abfiltrirt und mit Äther ausschüttelt, bei dessen Verdunsten eine ziemlich reichliche Menge eines krystallinischen Rückstandes bleibt.

Zur Darstellung einer grösseren Menge dieses Rückstandes wurden circa 3 *kg* des Harzes aufgearbeitet. Es erwies sich als vortheilhafter, das Harz zuerst in Alkohol aufzulösen und diesen dann durch Einleiten von Wasserdampf zu entfernen, als das Auskochen mit Wasser direct vorzunehmen. Die obige Quantität

[1] Monatshefte für Chemie, VII, 655.

Harz wurde mit etwa 9 *l* 70%igen Alkohol übergossen und einige Zeit stehen gelassen, wobei der grösste Theil des Harzes in Lösung ging. In der abfiltrirten, alkoholischen Flüssigkeit wurde nun in mehreren Partien der Alkohol durch Einleiten von Wasserdampf entfernt. Das Harz schied sich bei dieser Operation am Boden des Gefässes als geschmolzene Masse ab. Die über dem Harze befindliche wässerige Lösung *A* wurde abfiltrirt und einige Zeit stehen gelassen, wobei sich aus ihr eine grössere Menge eines harzartigen Körpers ausschied, welcher anfangs weich, später zu einer von zahlreichen Krystallen durchsetzten Masse erstarrte. Auf die Untersuchung dieser Masse wurde vorderhand nur insoweit eingegangen, als die Methylzahl bestimmt wurde, und zwar betrug dieselbe 60·4, war also grösser als die des ursprünglichen Harzes.

Aufarbeitung von *A*.

Aus der wässrigen Lösung schieden sich nach einigen Tagen reichliche Mengen von krystallinischen, weissen Krusten ab. Dieselben wurden anfangs abfiltrirt, im Verlaufe der Untersuchung zeigte es sich jedoch, dass dies nicht nothwendig ist, dass es vielmehr genügt, die Flüssigkeit sammt den Krusten dreimal mit Äther auszuschütteln. Beim Abdestilliren desselben hinterblieb im Destillationskolben eine reichliche Menge eines schön krystallisirten, gelblich gefärbten Rückstandes. Dieser Rückstand wurde in 95%igem Alkohol gelöst; die concentrirte Lösung erstarrte sehr bald zu einem krystallinischen Brei, welcher durch Absaugen von der Mutterlauge getrennt wurde. Diese Operation mehreremale vorgenommen, lieferte eine gelblichweisse Masse, welche nun mit heissem Wasser, in dem sie ziemlich leicht löslich ist, umkrystallisirt wurde. Es schieden sich aus der wässerigen Lösung sehr schöne, gelbe Krystalle aus, welche bei 195° unter Zersetzung schmolzen.

Die alkoholischen Mutterlaugen *B* wurden zur späteren Untersuchung aufbewahrt.

Die auf die beschriebene Art gewonnene Verbindung ist eine Säure, welche kohlensaure Salze mit Leichtigkeit zersetzt, eine gelbliche Farbe hat, leicht löslich in Alkohol, schwieriger in Äther, fast unlöslich in Chloroform ist. Die wässerige Lösung

gibt mit Eisenchlorid eine intensive grasgrüne Färbung, die auf Zusatz von Soda dunkelroth wird. Bromwasser bewirkt in der Lösung zuerst eine dunkelbraune Färbung, dann einen braunen Niederschlag. Die wässerige Lösung reducirt eine Lösung von Silbernitrat. Essigsaures Blei gibt einen citronengelben Niederschlag. Alle diese aufgezählten Eigenschaften hat die Substanz mit der Kaffeesäure gemein.

Die Substanz der Elementaranalyse unterworfen, lieferte aber zu viel Kohlenstoff, so dass die Vermuthung nahe lag, dass dieselbe trotz des constanten Schmelzpunktes noch nicht ganz rein sei. Auch gab die Substanz eine kleine Methylzahl.

Die weitere Reinigung der Substanz wurde in der Weise vorgenommen, dass sie mehreremale mit Chloroform ausgekocht wurde. Das Chloroform löste eine geringe Menge eines Körpers *C*, welcher später beschrieben werden wird. Am vortheilhaftesten schien es, die Substanz *C* im Extractionsapparate mit Chloroform zu lösen. Der so gereinigte Körper wurde neuerdings mit Wasser umkrystallisirt und gab dann keine Methylzahl mehr. Der Schmelzpunkt ist bei 195°.

Die Analyse der bei 120° getrockneten Substanz ergab:

I. 0·3369 *g* Substanz gaben 0·7481 *g* Kohlensäure und 0·1356 *g* Wasser.

II. 0·359 *g* Substanz gaben 0·795 *g* Kohlensäure und 0·146 *g* Wasser.

III. 0·3788 *g* Substanz gaben 0·8342 *g* Kohlensäure und 0·1454 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	I.	II.	III.	$C_9H_8O_4$
C	60·55	60·38	60·00	60·00
H	4·47	4·51	4·26	4·44.

Die Resultate der Verbrennungen stimmen gut zu der Formel der Kaffeesäure. Die früher angeführten Eigenschaften der aus dem Harz dargestellten krystallisirten Säure, sowie die Eigenschaften der noch später folgenden Derivate derselben liefern

den Beweis, dass die dargestellte Substanz nichts anderes als Kaffeesäure

$$C_6H_3 \begin{cases} CH = CH—COOH\ (1) \\ OH\ (3) \\ OH\ (4) \end{cases}$$

ist.

Sie wurde zuerst von Hlasiwetz[1] aus der Kaffeegerbsäure, später dann von Tiemann und Nagai[2] aus dem Protocatechualdehyd dargestellt. Hofmann[3] fand die Kaffeesäure im Schierling.

Es findet sich in der Literatur keine Angabe, dass Kaffeesäure in einem Harze gefunden worden wäre.

Die von mir aus dem Überwallungsharz dargestellte Kaffeesäure wurde mit der in der Präparatensammlung des Laboratoriums vorhandenen, von Hlasiwetz dargestellten verglichen und zeigte sich mit dieser in allen Punkten identisch. Nur in Bezug auf den Wassergehalt ergab sich eine kleine Differenz. Hlasiwetz gibt an, dass die Kaffeesäure ein halbes Molekül Wasser enthalte, während ich bei der aus dem Harze dargestellten Säure entweder gar kein Wasser oder so viel fand, dass die Menge so ziemlich auf ein Molekül stimmte.

Es zeigte sich beim Umkrystallisiren aus Wasser, dass aus concentrirten heissen Lösungen die Säure wasserfrei krystallisirt, aus verdünnten wasserhaltig.

Aus verdünnten Lösungen erhaltene Krystalle gaben bei der Wasserbestimmung:

I. 0·4142 *g* Substanz verloren bei 120° 0·0354 *g* Wasser.
II. 0·3928 *g* Substanz verloren bei 120° 0·0338 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	I.	II.	$C_9H_8O_4+H_2O$
Wasser	8·54	8·60	9·09.

[1] Annalen der Chem. und Pharm., 142, 221.
[2] Berliner Berichte, 11, 657.
[3] Ebenda, 17, 1922.

Es wurden behufs weiterer Feststellung der Identität beider Verbindungen noch zwei Derivate derselben dargestellt.

Darstellung des Acetylproductes.

Zur Darstellung desselben wurde die Substanz mit der vierfachen Menge von Essigsäureanhydrid längere Zeit am Rückflusskühler gekocht und nach beendeter Einwirkung in Wasser gegossen. Es löste sich alles in demselben auf und erstarrte nach kurzer Zeit zu einem krystallinischen Brei, der abgesaugt, mit Wasser ausgekocht und dann mit verdünntem Alkohol umkrystallisirt wurde.

Man erhält so das Acetylproduct in feinen, weissen Nadeln, die bei 189° schmelzen.

Die Verbindung ist in Wasser sehr schwer löslich, leicht in Alkohol und Äther. Eisenchlorid gibt mit der Lösung dieser Verbindung keine grüne Färbung mehr.

Die Analyse der bei 120° getrockneten Substanz ergab nachstehende Resultate:

I. 0·327 *g* Substanz gaben 0·713 *g* Kohlensäure und 0·1336 *g* Wasser.

II. 0·3926 *g* Substanz gaben 0·8564 *g* Kohlensäure und 0·1615 *g* Wasser.

III. 0·2756 *g* Substanz gaben 0·6016 *g* Kohlensäure und 0·1129 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	I.	II.	III.	$C_9H_6(C_2H_3O)_2O_4$
C	59·44	59·49	59·50	59·09
H	4·52	4·55	4·54	4·54.

Tiemann und Nagai[1] stellten zuerst die Diacetylkaffeesäure dar; sie geben den Schmelzpunkt zu 190—191° an. Die Eigenschaften der von mir dargestellten Diacetkaffeesäure stimmen vollständig mit den Angaben der oben genannten Forscher.

---

[1] Berliner Berichte, 11, 656.

Einwirkung von Natriumamalgam.

5 *g* der Säure wurden in einem Kolben mit einer angemessenen Menge von Wasser und Natriumamalgam am Rückflusskühler durch eine Stunde gekocht. Die Lösung wurde sodann in der Weise neutralisirt, dass die Schwefelsäure durch das Kühlrohr des Kühlers in die Lösung gegossen wurde, da die alkalische Lösung der Hydrokaffeesäure für Luftzutritt ausserordentlich empfindlich ist. Die so abgesättigte Flüssigkeit wurde nun mehreremale mit Äther ausgeschüttelt, auf welche Weise man einen syrupösen Rückstand erhielt. Durch öfteres Umkrystallisiren aus Wasser wurden schön ausgebildete Krystalle erhalten, welche sich sehr leicht in Wasser lösten.

Die Lösung wird durch Eisenchlorid intensiv grün gefärbt; die alkalische Lösung des Hydroproductes ist schwach röthlich gefärbt. Die Säure schmilzt bei 139°.

Dieses Hydroproduct zeigt sich mit der in der Sammlung des Laboratoriums vorhandenen, von Hlasiwetz[1] dargestellten Hydrokaffeesäure vollständig identisch. Der Schmelzpunkt der Hydrokaffeesäure von Hlasiwetz ist zwar nicht in der Literatur angegeben, er wurde von mir bestimmt und ist ebenfalls bei 139°.

Trotz dieser Übereinstimmung sind die Resultate der Analyse bezüglich des Kohlenstoffes zu hohe.

Die Analysen der bei 100° getrockneten Substanz lieferten nachstehende Werthe:

I. 0·2417 *g* Substanz gaben 0·5364 *g* Kohlensäure und 0·1218 *g* Wasser.

II. 0·2884 *g* Substanz gaben 0·6399 *g* Kohlensäure und 0·143 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	I.	II.	$C_9H_{10}O_4$
C.....	60·40	60·50	59·30
H	5·58	5·51	5·50.

Herr Dr. J. Hockauf, Assistent am mineralogischen Museum des Herrn Prof. Schrauf an der hiesigen Universität, hatte die Freundlichkeit, die Krystalle der von mir dargestellten Hydro-

[1] Annalen der Chem. und Pharm., 142, 354.

kaffeesäure zu messen und den krystallographischen Vergleich mit der Hydrokaffeesäure von Hlasiwetz durchzuführen. Ich erlaube mir, an dieser Stelle Herrn Dr. Hockauf für seine freundliche Bemühung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Derselbe theilt mir Folgendes mit:

„Sechsseitige Krystalle nach $c = (001)$ tafelförmig entwickelt. Beobachtete Formen $c = (001)$, $a = (100)$, $p = (111)$. Die Basisfläche muldenförmig vertieft, die Pyramidenflächen facettirt, Kanten verkrümmt. Gute Signale nur an einer Pinakoid- und an einzelnen Pyramidenflächen. Selbst zusammengehörige Flächen sind nicht vollkommen parallel. Ein 4 *mm* langer, 3 *mm* breiter Krystall, welcher der Messung unterzogen wurde, ergab nachstehende Werthe:

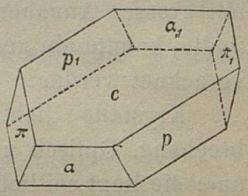


Fig. 1.

	Beobachtet	Monoklin gerechnet
$a : c = (100) : (001) =$	72° 22'	*72°
$a_1 : c_1 = (\bar{1}00) : (00\bar{1}) =$	71 38	72
$c : a_1 = (001) : (\bar{1}00) =$	106 45	108
$c_1 : a = (00\bar{1}) : (100) =$	109 14	108
$a : p = (100) : (111) =$	63 20	*62 50'
$\pi : a = (1\bar{1}1) : (100) =$	62 37	62 50
$\pi_1 : a_1 = (\bar{1}1\bar{1}) : (\bar{1}00) =$	62 15	62 50
$p_1 : a = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (100) =$	63 10	62 50
$p : a_1 = (11\bar{1}) : (\bar{1}00) =$	115 32	117 10
$a_1 : \pi = (\bar{1}00) : (1\bar{1}1) =$	118 1	117 10
$a : \pi_1 = (100) : (\bar{1}1\bar{1}) =$	117 13	117 10
$p_1 : a = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (100) =$	117 39	117 10
$p : \pi = (11\bar{1}) : (1\bar{1}1) =$	105 15	104 59
$p_1 : \pi_1 = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}1\bar{1}) =$	104 48	104 59
$\pi : p_1 = (1\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) =$	75 57	75 1
$\pi_1 : p = (\bar{1}1\bar{1}) : (111) =$	74	75 1
$p : c = (111) : (001) =$	58 41	*58 22
$p_1 : c_1 = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (00\bar{1}) =$	56 36	58 22
$\pi : c = (1\bar{1}1) : (001) =$	58 47	58 22
$\pi_1 : c_1 = (\bar{1}1\bar{1}) : (00\bar{1}) =$	59 25	58 22
$c : p_1 = (001) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) =$	121 30	121 38
$c_1 : p = (00\bar{1}) : (111) =$	123 11	121 38
$c : \pi_1 = (001) : (\bar{1}1\bar{1}) =$	120 55	121 38
$c_1 : \pi = (00\bar{1}) : (1\bar{1}1) =$	120 52	121 38

Die Winkel 72°, 62° 50′, 58° 22′ sind Mittelwerthe. Auf Grund derselben wurde das monosymmetrische Axenverhältniss $a:b:c = 2{\cdot}5604:1:1{\cdot}9676$, $\eta = 108°$ gerechnet.

Nach obigen Messungen sind die Krystalle asymmetrisch, mit grosser Annäherung an Monosymmetrie. Da jedoch $b(010)$ fehlte, konnte ein genaues asymmetrisches Axenverhältniss nicht gerechnet werden.

Krystalle lichtbräunlich, durchsichtig; starke Doppelbrechung. Optisch zweiaxig. Auf (001) tritt eine Axe in Luft aus; sie liegt seitlich der scheinbaren Symmetrieebene nahe der Kante a_1/c. Die Auslöschungsrichtung bildet auf 001 mit der Kante a/c einen Winkel von circa $6^1/_2°$.

Die Hydrokaffeesäure Hlasiwetz ist krystallographisch und optisch übereinstimmend mit der Hydrokaffeesäure Bamberger.“

Aufarbeitung von *B*.

Es wurde bereits früher erwähnt, dass die Kaffeesäure bei der Analyse anfangs immer zu hohe Zahlen für den Kohlenstoff lieferte und der Grund hiefür darin lag, dass der Säure noch ein zweiter, durch Chloroform extrahirbarer Körper *C* beigemengt war. Die grösste Menge dieses Körpers befand sich aber nun in den alkoholischen Mutterlaugen, welche beim Absaugen der Kaffeesäure erhalten wurden. Aus denselben krystallisirte sehr bald ein Körper, der von der Mutterlauge durch Aufstreichen auf Thonplatten getrennt wurde. Die trockene Masse wurde in Chloroform gelöst; nach dem Einengen der Lösung schieden sich schöne weisse Krystalle aus, die abfiltrirt und mit heissem Wasser umkrystallisirt wurden.

Man erhielt so aus der wässerigen Lösung sehr schöne, lange, farblose, irisirende Nadeln, welche sich leicht in Alkohol und in Äther lösten. In kaltem Wasser sind sie fast unlöslich. Doch löst sich die Verbindung mit gelber Farbe in Alkalien. Die wässerige Lösung dieser Verbindung gibt mit Bleizuckerlösung eine reichliche gelbe Fällung und mit Eisenchlorid einen dunkelgelbbraunen Niederschlag. Die Verbindung schmilzt bei 169°.

Alle diese Eigenschaften hat die Verbindung mit der Ferulasäure

$$C_6H_3\begin{cases} CH=CH-COOH & (1) \\ (OCH_3) & (3) \\ OH & (4) \end{cases}$$

gemein. Die Analyse der bei 100° getrockneten Substanz ergab:

0·3022 *g* Substanz gaben 0·6794 *g* Kohlensäure und 0·1337 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	$C_{10}H_{10}O_4$
C .....61·36	61·85
H..... 4·92	5·15.

Ausserdem wurde noch die Methylzahl der Säure bestimmt.

I. 0·4227 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·4942 *g* Jodsilber.

II. 0·3736 *g* bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·440 *g* Jodsilber.

In 1000 Theilen:

I.	II.	$C_{10}H_{10}O_4$
74·6	75·2	77·4.

Es wurde ferner auch die Bestimmung der Basicität der bei 100° getrockneten Säure nach der Methode von Fuchs[1] vorgenommen, welche nachfolgende Resultate ergab:

I. 0·0966 *g* Substanz entwickelten bei einem Druck $B = 734\,mm$ und einer Temperatur $T = 15°$ an Schwefelwasserstoff 11·8 cm^3.

II. 0·0896 *g* Substanz entwickelten bei einem Druck $B = 752\,mm$ und einer Temperatur $T = 17·5°$ an Schwefelwasserstoff 11·1 cm^3.

In Procenten ersetzbaren Wasserstoffs		$C_{10}H_{10}O_4$
I.	II.	
0·491	0·505	0·51.

[1] Monatshefte für Chemie, IX, 1132.

Die Ferulasäure wurde zuerst von Hlasiwetz und Barth[1] in der *Asa foetida* aufgefunden, dann von Tiemann und Nagai[2] durch Kochen von Acetylferulasäure mit Kalilauge dargestellt.

Die von mir gewonnene Ferulasäure zeigte mit der in der Präparatensammlung des Laboratoriums vorhandenen, von Hlasiwetz und Barth dargestellten, vollständige Übereinstimmung. Auch der Schmelzpunkt der Säure aus der *Asa foetida* beträgt 169°.

Man kann die Ferulasäure auch nach der Methode, welche Hlasiwetz und Barth bei der Darstellung aus der *Asa foetida* angeben, zu ihrer Gewinnung aus dem Überwallungsharze anwenden.

Es wird das Harz in Alkohol gelöst, die Lösung mit alkoholischer Bleizuckerlösung gefällt, der Niederschlag abfiltrirt, ausgepresst und mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt. Man erhält so ein Gemenge von Kaffeesäure und Ferulasäure, welche dann durch Chloroform getrennt werden müssen.

Die Ausbeute an Kaffeesäure und Ferulasäure ist aber viel besser, wenn man das Verfahren, das ich früher beschrieben habe, anwendet, nämlich das Auskochen mit Wasser.

Die Ausbeute an Kaffeesäure und Ferulasäure beträgt für die erstere circa 4%, für letztere circa 1% des angewandten Harzes. Es muss hiebei bemerkt werden, dass selbst durch oftmaliges Auskochen des Harzes mit Wasser dasselbe nicht an beiden obgenannten Säuren erschöpft werden konnte. Die Säurezahl des viermal mit Wasser ausgekochten Harzes ist 58, die Methylzahl beträgt 52·39, ist also fast ganz dieselbe, wie die des unausgekochten Harzes.

Die wässerigen Lösungen der letzten Harzabkochungen geben mit Bleizuckerlösung noch immer sehr reichliche gelbe Fällungen. Schüttelt man die letzten wässerigen Lösungen mit Äther aus und destillirt denselben ab, so bekommt man Syrupe, die sehr schwer krystallisiren.

Es ist wohl sicher anzunehmen, dass die Kaffeesäure und Ferulasäure präformirte Bestandtheile des Überwallungsharzes

[1] Annalen der Chem. und Pharm., 138, 64.

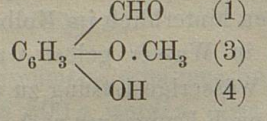
[2] Berliner Berichte, 9, 416 und 11, 649.

bilden, da sie nach einem so einfachen Verfahren gewonnen werden können. Es ist noch zu erwähnen, dass sich beim Auskochen des Harzes ein penetranter Geruch nach Buttersäure bemerkbar machte.

Darstellung des Vanillins aus dem Überwallungsharz.

Es wurde bereits früher angedeutet, dass das Harz eine sehr starke Phloroglucinreaction gibt. Um nun das Vanillin zu isoliren, wurden die alkoholischen Mutterlaugen *B*, aus denen die Ferulasäure entfernt wurde, eingedampft, der Rückstand in Äther gelöst und die ätherische Lösung mit Natriumbisulfit ausgeschüttelt. Die weitere Aufarbeitung geschah nach der Methode, welche Tiemann und Haarmann[1] zur quantitativen Bestimmung des Vanillins in der Vanille angeben. Schliesslich wurde das Vanillin durch Umkrystallisiren aus Petroleumäther gereinigt.

Die so gewonnene Substanz zeigte alle Eigenschaften des Vanillins



Die Methoxylirung desselben ergab nachstehende Methylzahl:

0·0764 *g* Substanz gaben 0·1156 *g* Jodsilber.

In 1000 Theilen:

	$\underbrace{C_8H_8O_3}$
96·5	98·6.

Die Quantität des gewonnenen Vanillins war eine geringe. Das Vanillin wurde von Jannasch und Rump[2] in dem Siam-Benzoëharz und von E. Schmidt[3] in der *Asa foetida* aufgefunden.

Abietinsäure aus dem Harze darzustellen, ist mir bis jetzt noch nicht gelungen, womit ich natürlich nicht behaupten will,

---

[1] Berliner Berichte, 8, 1115.

[2] Ebenda, 11, 1635.

[3] Arch. Pharm. [3], 24, 534—535 und Berliner Berichte, 19, 705 *c*.

dass keine vorhanden sei, aber nach den bekannten Methoden zur Isolirung derselben konnte ich keine finden.

Einwirkung von schmelzendem Kali auf das ausgekochte Überwallungsharz.

500 *g* ausgekochtes Harz wurden mit 2 *kg* Kali in einer eisernen Schale durch circa eine Stunde geschmolzen. Anfangs schmilzt das Harz als zäher Klumpen auf dem geschmolzenen Ätzkalium, nach etwa zehn Minuten mischte es sich mit demselben. Die Masse wird dann homogen, beginnt sehr stark zu schäumen, auch ist eine lebhafte Gasentwicklung bemerkbar.

Das Schmelzen wurde unterbrochen, als die Masse einzusinken begann. Dieselbe wurde in Wasser gelöst und mit einem Überschuss von verdünnter Schwefelsäure versetzt. Es schied sich eine ziemlich bedeutende Menge einer schwarzen Masse aus, von welcher die Flüssigkeit abfiltrirt wurde. Die abgesättigte, von Harz und ausgeschiedenem schwefelsauren Kalium befreite Flüssigkeit wurde dreimal mit Äther ausgeschüttelt; nach dem Abdestilliren desselben hinterblieb im Kolben eine dicke bräunliche Masse, welche in Wasser gelöst wurde. Nach ein paar Stunden erstarrte die wässerige Lösung zu einer krystallinischen Masse, welche stark nach Essigsäure roch. Dieselbe wurde nun in heissem Wasser gelöst und die Lösung mit kohlensaurem Baryt neutralisirt. Es wurde abfiltrirt, das Filtrat dreimal mit Äther ausgeschüttelt, um die etwa vorhandenen phenolartigen Körper zu entfernen. Nach dem Verjagen des Äthers blieb im Destillationskolben eine syrupartige Masse, welche nach längerer Zeit krystallinisch erstarrte. Die Eigenschaften des Körpers wiesen auf Brenzcatechin, so entstand mit Eisenchlorid ein grünlich-schwarzer flockiger Niederschlag. Das Brenzcatechin wurde nicht weiter gereinigt, da es ja höchst wahrscheinlich aus der bei der Kalischmelze gebildeten Protocatechusäure entstanden war und daher kein weiteres Interesse bot.

Die vom Brenzcatechin befreite Flüssigkeit wurde mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, vom schwefelsauren Baryt abfiltrirt und das Filtrat mehreremale mit Äther ausgeschüttelt. Beim Verdunsten des Äthers hinterblieb im Kolben eine hellbraune krystallinische Masse, welche beim öfteren Umkrystallisiren aus Wasser

schöne glänzende Nadeln gab, die bei 194° schmolzen. Eisenchlorid färbt die Lösung des Körpers grün.

Die Analyse der bei 120° getrockneten Substanz ergab folgende Resultate:

0·4711 *g* Substanz gaben 0·9458 *g* Kohlensäure und 0·1655 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	$C_7H_6O_4$
C.....54·74	54·54
H..... 3·90	3·89.

Die lufttrockene Verbindung enthält ein Molekül Krystallwasser, wie folgende Bestimmung zeigt:

0·5267 *g* Substanz verloren bei 120° getrocknet 0·0556 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	$C_7H_6O_4+H_2O$
Wasser.....10·55	10·46.

Die bei der Kalischmelze erhaltene Substanz ist also Protocatechusäure. Aus 500 *g* wurden etwa 20 *g* Säure erhalten.

Die Protocatechusäure entsteht wohl in der Kalischmelze aus der Ferulasäure, eine Thatsache, die bereits von Hlasiwetz und Barth[1] angegeben wurde und durch folgende Gleichung zum Ausdrucke kommt:

$$\underbrace{C_{10}H_{10}O_4}_{\text{Ferulasäure}} + O_4 = \underbrace{C_7H_6O_4}_{\text{Protocatechusäure}} + \underbrace{C_2H_4O_2}_{\text{Essigsäure.}} + CO_2$$

Das Überwallungsharz der Fichte.

Die naturhistorische Charakterisirung des Harzes von Herrn Dr. J. Krasser wurde im Eingange der Arbeit gegeben.

Herrn L. Ehmann, der die Güte hatte, mir das Harz in Velden zu beschaffen, sage ich meinen besten Dank.

---

[1] Annalen der Chem. und Pharm., 138, 68.

Der Schmelzpunkt des Harzes ist bei circa 100°. Die Säure-, Jod- und Methylzahlen wurden wie beim Überwallungsharz der Schwarzföhre ermittelt und haben nachfolgende Werthe ergeben:

Säurezahl	Jodzahl	Methylzahl
127·7	61·2	34·9
125	—	33

Das Harz wurde ganz analog der Methode, wie bei dem Überwallungsharz der Föhre beschrieben wurde, aufgearbeitet. Man erhält so beim Abdestilliren des Äthers einen sehr schönen, weissen, krystallinischen Rückstand, der zuerst aus Alkohol umkrystallisirt, später durch Kochen mit Chloroform von anderen Verunreinigungen befreit wurde. Die Substanz wurde schliesslich in heissem Wasser gelöst, aus dem sie in schönen weissen Nadeln krystallisirte.

Die zuerst anschiessenden Krystalle sind sichelartig gekrümmt und garbenartig verwachsen. Kaltes Wasser löst sehr wenig, in Alkohol, Äther und heissem Wasser ist die Verbindung leicht löslich.

Der Schmelzpunkt wurde bei 204° gefunden. Eisenchlorid gibt mit der alkoholischen Lösung eine dunkelbraune Färbung. Die Substanz reagirt stark sauer, reducirt nicht Silbernitratlösung.

Die bei 120° getrocknete Substanz der Elementenanalyse unterzogen, lieferte nachstehende Resultate:

I. 0·2621 *g* Substanz gaben 0·6304 *g* Kohlensäure und 0·114 *g* Wasser.

II. 0·3002 *g* Substanz gaben 0·722 *g* Kohlensäure und 0·127 *g* Wasser.

III. 0·284 *g* Substanz gaben 0·6842 *g* Kohlensäure und 0·1236 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	I.	II.	III.	$C_9H_8O_3$
C	65·58	65·60	65·70	65·85
H	4·83	4·69	4·83	4·87.

Die Säure hat alle Eigenschaften der schon von Rochleder[1] durch Behandlung von Aloë mit verdünnter Natronlauge hergestellten Paracumarsäure

$$C_6H_4 \begin{cases} CH = CH—COOH & (1) \\ OH & (4) \end{cases}$$

Hlasiwetz[2] hat dann gezeigt, dass sich dieselbe auch beim Behandeln von Aloë mit verdünnter Schwefelsäure bildet. Später wurde diese Säure von Tiemann und Herzfeld[3] aus Paraoxybenzaldehyd, dann von Jobst und Hesse[4] aus der Cotorinde dargestellt. Gabriel[5] gewann die Verbindung aus Paraamidozimmtsäure durch Diazotirung und Will[6] stellte sie aus dem Naringenin dar und nannte sie Naringeninsäure.

Die von mir dargestellte Säure krystallisirt aus kaltem Wasser mit einem Molekül Wasser, aus heissem fast wasserfrei. Erstere Thatsache wurde zuerst von Rochleder constatirt. Auch Will findet, dass die Naringeninsäure, welche identisch mit der Paracumarsäure ist, aus kalter wässeriger Lösung mit einem Molekül Wasser krystallisirt.

Die Wasserbestimmung, welche mit der aus heissem Wasser erhaltenen Paracumarsäure vorgenommen wurde, gab nachstehendes Resultat:

0·2642 *g* Substanz gaben 0·0028 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

Wasser .....1·05%.

Die Wasserbestimmung der aus kaltem Wasser erhaltenen Säure ergab:

I. 0·291 *g* Substanz gaben 0·0289 *g* Wasser.
II. 0·397 *g* Substanz gaben 0·0382 *g* Wasser.
III. 0·3334 *g* Substanz gaben 0·033 *g* Wasser.

---

[1] Annalen der Chem. und Pharm., 136, 35.
[2] Ebenda, 136, 131.
[3] Berliner Berichte, 10, 65.
[4] Ebenda, 10, 249.
[5] Ebenda, 15, 2301.
[6] Ebenda, 20, 299.

In 100 Theilen:

	I.	II.	III.	$C_9H_8O_3+H_2O$
Wasser.....	9·93	9·62	9·89	9·89.

Nach der Methode von Fuchs wurde auch hier die Basicität der Säure bestimmt und nachstehendes Resultat erhalten:

I. 0·0444 *g* der bei 120° getrockneten Substanz gaben bei einem Druck $B = 746$ *mm* und einer Temperatur $T = 21·5°$ an Schwefelwasserstoff 6·7 cm^3.

II. 0·0466 *g* Substanz gaben bei einem Druck $B = 749$ *mm* und einer Temperatur $T = 22°$ an Schwefelwasserstoff 7 cm^3.

In Procenten ersetzbaren Wasserstoffs		$C_9H_8O_3$
I.	II.	
0·599	0·597	0·609.

Die Ausbeute an Paracumarsäure betrug circa 2% des angewandten Harzes.

Die von mir erhaltene Paracumarsäure zeigte sich im Vergleiche zu der von Hlasiwetz dargestellten, in der Sammlung des Laboratoriums vorhandenen, als vollständig identisch.

Zur weiteren Identificirung wurde noch das Hydroproduct der Paracumarsäure dargestellt.

Einwirkung von Natriumamalgam.

5 *g* in Wasser suspendirter Säure wurden mit der angemessenen Menge von Natriumamalgam durch $^3/_4$ Stunden gekocht. Die mit verdünnter Schwefelsäure neutralisirte Flüssigkeit wurde dreimal mit Äther ausgeschüttelt. Nach dem Abdestilliren des Äthers, Auflösen des syrupartigen Rückstandes in Wasser, krystallisirte das Hydroproduct sehr bald in schönen, ziemlich grossen Krystallen. Das Hydroproduct löst sich sehr leicht in Wasser und Äther und schmilzt bei 128°.

Die Analyse der bei 100° getrockneten Verbindung gab nachstehendes Resultat:

0·2622 *g* Substanz gaben 0·6245 *g* Kohlensäure und 0·1405 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	$C_9H_{10}O_3$
C.....64·95	65·06
H..... 5·95	6·02.

Die Säure hat alle Eigenschaften der zuerst von Hlasiwetz[1] dargestellten Hydroparacumarsäure. Glaser und Buchanan[2] erhielten sie später aus der Paranitrozimmtsäure. Baumann[3] fand sie im menschlichen Harn. Die Hydronaringeninsäure von Will[4] ist wohl identisch mit der Hydroparacumarsäure.

Darstellung des Vanillins.

Auch dieses Harz gibt eine ziemlich starke Phloroglucinreaction. Das Vanillin wurde aus den alkoholischen Mutterlaugen, von der Darstellung der Paracumarsäure herrührend, ganz analog, wie schon früher beschrieben, isolirt. Die Menge desselben war gering.

Die Säure- und Methylzahl des ausgekochten Harzes wurden bestimmt und Nachstehendes gefunden:

Säurezahl	Methylzahl
99	34·8.

Ferulasäure in diesem Harze nachzuweisen, ist mir bis jetzt noch nicht gelungen, ebensowenig Abietinsäure. Ich erhielt wohl aus den alkoholischen Mutterlaugen, von der Darstellung der Paracumarsäure herrührend, einen krystallisirten Körper, der einige Eigenschaften der Ferulasäure zeigte, allein die Menge desselben war so gering, dass an eine nähere Untersuchung nicht gedacht werden konnte.

Einwirkung von schmelzendem Kali auf das ausgekochte Harz.

160 *g* des Harzes wurden mit der zehnfachen Menge von Kali durch $^3/_4$ Stunden in einer eisernen Pfanne geschmolzen.

---

[1] Annalen der Chem. und Pharm., 142, 358.
[2] Zeitschrift für Chemie, 12, 193.
[3] Berliner Berichte, 13, 1881.
[4] Ebenda, 20, 299.

Es ist nothwendig, einen bedeutenden Überschuss an Kali zu nehmen, da mit einer geringen Menge die ganze Masse fest wird. Es dauert sehr lange, bis sich das geschmolzene Harz und Kali mischen. Als die Masse ruhig floss und eine dunkelbraune Färbung hatte, wurde mit dem Schmelzen aufgehört. Dieselbe wurde in Wasser gelöst und ganz analog, wie dies schon bei dem ersten Harze beschrieben wurde, aufgearbeitet.

Von phenolartigen Körpern war wieder Brenzcatechin zu finden. Beim Ausschütteln der von dem genannten Körper befreiten Flüssigkeit wurde ein Gemenge von zwei Säuren erhalten. Die wässerige Lösung derselben gab mit Eisenchlorid eine intensive grüne Färbung, mit Bromwasser eine reichliche gelbe Fällung. Es war also anzunehmen, dass ein Gemisch von Protocatechusäure und Paraoxybenzoësäure vorliege.

Hlasiwetz und Barth[1] fanden ebenfalls beim Schmelzen von Benzoëharz mit Kali ein Gemenge oben genannter Säuren, die sie aber durch Krystallisation nicht trennen konnten. Das Gemenge, das mir vorlag, konnte ganz gut durch Krystallisation getrennt werden.

Ich erhielt auf diese Art kleine Prismen, die sich leicht in heissem Wasser lösten und einen Schmelzpunkt von 210° besassen:

Die Analyse der bei 120° getrockneten Verbindung ergab:

I. 0·3906 *g* Substanz gaben 0·8627 *g* Kohlensäure und 0·1514 *g* Wasser.

II. 0·409 *g* Substanz gaben 0·9118 *g* Kohlensäure und 0·1594 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	I.	II.	$\underbrace{C_7H_6O_3}$
C	60·21	60·80	60·86
H	4·30	4·32	4·34.

Die Substanz enthält ein Molekül Wasser, wie nachstehende Bestimmungen ergeben:

---

[1] Annalen der Chem. und Pharm., 134, 278.

I. 0·4416 *g* Substanz gaben 0·0510 *g* Wasser.
II. 0·4633 *g* Substanz gaben 0·0543 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	I.	II.	$C_7H_6O_3+H_2O$
Wasser	11·54	11·72	11·53.

Ein Theil des Gemenges der beiden Säuren wurde in Wasser gelöst, mit Bromwasser versetzt, wodurch ein sehr reichlicher gelber Niederschlag erhalten wurde, der abgesaugt und mit verdünntem Alkohol umkrystallisirt wurde. Man erhielt so eine weisse verfilzte Masse, welche bei 91° schmolz und alle Eigenschaften des Tribromphenols $C_6H_3Br_3O$ besass.

Die Brombestimmung der im Vacuum getrockneten Substanz ergab:

0·3342 *g* Substanz gaben 0·5677 *g* Bromsilber.

In 100 Theilen:

		$C_6H_3Br_3O$
Br.....	72·29	72·50.

Es dürfte also wohl kaum mehr einem Zweifel unterliegen, dass eine der bei der Kalischmelze erhaltenen Säuren Paraoxybenzoësäure ist, zumal sie auch noch das von Hlasiwetz und Barth[1] angegebene charakteristische Bleisalz gibt.

Das Filtrat von dem flockigen Bromproduct wurde mit Natriumamalgam entbromt, mit Schwefelsäure angesäuert und mit Äther ausgeschüttelt. Man erhielt auf diese Weise eine Substanz, welche die Eigenschaften der Protocatechusäure besass.

Aus 160 *g* Harz wurden etwa 10 *g* des Gemenges von Protocatechusäure und Paraoxybenzoësäure erhalten.

Zum Schlusse möge es mir gestattet sein, den Herren Professoren R. Benedikt und J. Wiesner für die freundliche Unterstützung, die sie mir bei Ausführung dieser Arbeit zu Theil werden liessen, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

[1] Annalen der Chem. und Pharm., 134, 273.

Über die Löslichkeit von Natriumcarbonat und -bicarbonat in Kochsalzlösungen

von

Karl Reich.

Aus dem Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Gelegentlich meiner Diplomsprüfung an der k. k. technischen Hochschule wurde mir von Herrn Hofrath Bauer die Aufgabe gestellt, die Löslichkeit von kohlensaurem Natron in Kochsalzlösungen von verschiedener Concentration bei einer Temperatur von 15° C. zu bestimmen. In Hinblick auf die Wichtigkeit dieser Löslichkeitsverhältnisse für die Technik des Solvay-Sodaprocesses halte ich es nicht für überflüssig, die erhaltenen Resultate in Kürze anzuführen. Zur Ausführung jener Bestimmungen wurde Krystallsoda, $Na_2CO_3+10H_2O$, in mit gut eingeriebenen Glasstöpseln versehenen Flaschen von ungefähr 140 cm^3 Inhalt mit einer zur Lösung derselben nicht hinreichenden Menge der betreffenden Kochsalzlösungen innerhalb eines auf die Temperatur von genau 15° C. gebrachten grösseren Wasserquantums eine bis zwei Stunden lang geschüttelt. Zu diesem Zwecke bediente ich mich des durch die Zeichnung (Fig. 1, 2, 3) erläuterten Apparates. (Vergl. die Abhandlung von Dr. J. L. Andreae: „Die Löslichkeit fester Körper in Wasser bei verschiedenen Temperaturen", Journ. f. pr. Ch., Bd. 137, S. 456.) Bei jedem Versuche wurden zwei Fläschchen in die beiden aus einem gemeinsamen Boden und je drei federnden Messingstreifen bestehenden Hülsen (Fig. 3) seitlich eingeschoben und hiedurch in der aus Fig. 2 ersichtlichen Weise in feste Verbindung mit einer Riemenscheibe gebracht,

welche um das freie Ende einer an einem Stativ befestigten Axe leicht drehbar war. Die eben geschilderte Vorrichtung war in ein cylindrisches Gefäss eingestellt, welches etwa 55 *l* Wasser enthielt und in einer Holzkiste stand; der Raum zwischen Kiste und Wasserbehälter war mit Sägespänen ausgefüllt. Die Riemenscheibe wurde durch einen kleinen Wassermotor (Fig. 1) in so langsame Rotation versetzt (eine Umdrehung pro Secunde), dass eine störende Wirkung der Centrifugalkraft noch nicht zu bemerken war.

Die Löslichkeit der Soda wurde in reinem Wasser, in acht Kochsalzlösungen, welche auf 100 Gewichtstheile Wasser nahezu je 4, 8, ..., 32 Theile Chlornatrium enthielten und in einer bei 15° C. fast gesättigten Kochsalzlösung ermittelt. Überdies wurde die Löslichkeit von Krystallsoda und Kochsalz in Wasser bestimmt, wenn beide Salze gleichzeitig im Überschusse genommen werden.

Bei der Herstellung der Lösungen wurde der folgende Vorgang eingehalten. Zwei Flaschen wurden mit feingepulverter krystallisirter Soda im Überschusse und je einer der vorräthig gehaltenen Kochsalzlösungen bis an den Hals gefüllt, mit ein wenig eingefetteten Glasstöpseln verschlossen, ausserdem mit Blase verbunden, in der Hand durchgeschüttelt, bis zum anderen Tage stehen gelassen und dann in dem durch Vermischen von kaltem mit warmem Wasser auf eine Temperatur von genau 15° C. gebrachten Wasserbade der Rotation unterworfen. Die Temperatur des Bades hielt sich bei der zwischen 15° und 20° gelegenen Zimmertemperatur durch mehrere Stunden völlig constant; Schwankungen, welche auch nur 0·05° betragen hätten, wurden nicht beobachtet. Die Controlversuche wurden allemal zu verschiedenen Zeiten angestellt, die Rotationsdauer hiebei von 1 bis 2 Stunden variirt und stets gut übereinstimmende Resultate erhalten.

Nach genügend langer Rotation wurde der Motor für einen Augenblick abgestellt, eine der beiden Flaschen aus der Hülse gehoben, auf ein unter dem Wasserniveau angebrachtes Eisenblech gestellt, so dass nur der Flaschenhals aus dem Bade hervorragte, und die andere Flasche alsbald wieder in Rotation versetzt. Nachdem sich der ungelöst gebliebene Theil des Inhaltes der ersteren Flasche einigermassen abgesetzt, wurde letztere aus

dem Bade genommen, in ein Tuch gehüllt, mit thunlichster Sorgfalt und Raschheit gereinigt, geöffnet, ein Theil des Inhalts durch ein gewaschenes, trockenes Faltenfilter in einen trockenen Kolben filtrirt und in den dem Filtrate sofort entnommenen Proben das Chlornatrium mit $^1/_{10}$-Normalsilberlösung nach Volhard und das kohlensaure Natron mit $^1/_2$-Normalsalzsäure bestimmt. In gleicher Weise wurde der Inhalt der zweiten Flasche geprüft.

Tabelle 1.

100 Gewichtstheile Wasser lösen x Theile NaCl und bei Gegenwart von überschüssigem $Na_2CO_3+10H_2O$ y Theile dieses Salzes bei 15° C.

Nr.	x (NaCl)	y ($Na_2CO_3+10H_2O$) beobachtet	y ($Na_2CO_3+10H_2O$) berechnet	Differenz
1	0·00	61·42	61·41	+0·01
2	4·03	53·86	53·88	—0·02
3	8·02	48·00	48·05	—0·05
4	12·02	43·78	43·77	+0·01
5	16·05	40·96	40·91	+0·05
6	19·82	39·46	39·45	+0·01
7	23·70	39·06	39·06	0·00
8	27·93	39·73	39·81	—0·08
9	31·65	41·44	41·37	+0·07
10	35·46	43·77	43·78	—0·01
11	37·19	45·22	45·10	+0·12
	37·27	45·32	45·16	+0·16

Die dritte Colonne der voranstehenden Tabelle gibt die Resultate der Beobachtung an. Abstrahirt man von den beiden Versuchen Nr. 11, so findet man mit Hilfe der Methode der

kleinsten Quadrate für die parabolische Curve dritter Ordnung, welche die entsprechende Löslichkeitscurve unbekannter Natur am wahrscheinlichsten zu ersetzen vermag, die folgende Gleichung:

$$y = 61 \cdot 406 - 2 \cdot 091077\, x + 0 \cdot 055493\, x^2 - 0 \cdot 000297357\, x^3. \quad (1)$$

Die vierte Colonne der Tabelle gibt die auf Grund dieser Gleichung berechneten Werthe von y, die fünfte die Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen von y an. Fig. 4 ist die geometrische Darstellung der in Rede stehenden Löslichkeitscurve.

Bei den zwei Versuchen Nr. 11, deren Resultate zur Aufstellung der Gleichung (1) nicht verwendet sind, wurden Kochsalz und krystallisirte Soda, beide im Überschuss, mit einer zur Lösung jedes einzelnen der Bestandtheile unzureichenden Menge Wasser behandelt. Man sieht, dass dann die Löslichkeit des Kochsalzes wie auch die des kohlensauren Natrons noch ein wenig zunimmt, dass also die Curve (Fig. 4) auch noch jenseits des Punktes 10 eine kurze Fortsetzung hat. Dass die Differenz zwischen den beobachteten und berechneten Werthen von y in diesem Falle etwas grösser ist als die voranstehenden Differenzen, hat seinen Grund hauptsächlich in dem Umstande, dass die Versuche Nr. 11 ausserhalb des Gebietes liegen, für welches die Gleichung (1) aus beobachteten Grössen ermittelt wurde.

Aus der dritten oder vierten Colonne der Tabelle 1 entnimmt man die interessante Thatsache, dass die Löslichkeit der Soda in Kochsalzlösungen mit wachsendem Chlornatriumgehalte der letzteren anfangs sinkt, später aber wieder zunimmt, und dass es demnach eine Kochsalzlösung von bestimmtem Gehalte ξ an Chlornatrium geben müsse, für welche die Löslichkeit η der Krystallsoda ein Minimum wird. Der Werth ξ ergibt sich bekanntlich aus der Gleichung $\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=\xi} = 0$, woraus

$$\xi = 23 \cdot 15, \quad \eta = 39 \cdot 05$$

folgt. Da für alle x, welche nahe an ξ liegen, Werthe von y sich ergeben, welche unter einander und von η sehr wenig verschieden sind, so ist klar, dass jener Werth von ξ mit einiger Genauigkeit

nicht auf rein experimentellem, sondern nur auf dem hier eingeschlagenen Wege der Rechnung gefunden werden kann.

Aus praktischen Gründen mag es zweckmässig sein, die Angabe der Löslichkeit auf wasserfreies kohlensaures Natron zu beziehen, obgleich es in streng wissenschaftlichem Sinne unzulässig erscheint, von einer in Bezug auf das letztere Salz gesättigten Lösung zu sprechen, da diese bei ihrer Bildung nicht mit einem Überschusse wasserfreien, sondern wasserhältigen kohlensauren Natrons in Berührung ist. Wollte man unter diesem Vorbehalte eine Gleichung der Löslichkeitscurve aufstellen, welche die Menge y_1 wasserfreien Natriumcarbonats bestimmen lehrt, die 100 Theile einer x_1-procentigen Kochsalzlösung bei 15° C. aufzulösen vermögen, so hätte man aus Gleichung (1) und den zwei folgenden:

$$x_1 = \frac{100x}{100+x+\frac{180}{286}y}, \qquad y_1 = \frac{\frac{10600}{286}y}{100+x+\frac{180}{286}y}$$

x und y zu eliminiren. Der tiefste Punkt dieser Curve dritter Ordnung entspricht dem Werthe $\xi = 27 \cdot 90$ oder $\xi_1 = 18 \cdot 24$. Um jedoch die Gleichung der parabolischen Curve dritter Ordnung zu finden, welche den beobachteten Werthen x_1, y_1 am wahrscheinlichsten entspricht, hat man wiederum die Methode der kleinsten Quadrate in Anwendung zu bringen. Man erhält dann bei Benützung der Beobachtungsresultate der ersten 10 Versuche:

$$y_1 = 16 \cdot 4082 - 0 \cdot 70749\, x_1 + 0 \cdot 0166143\, x_1^2 + 0 \cdot 00010258\, x_1^3. \quad (2)$$

Fig. 5 stellt das Bild dieser Linie dar.

Die Zahlen der vierten Colonne der nachstehenden Tabelle 2 wurden mittelst Gleichung (2) auf drei Decimalen berechnet, da die Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen von y_1 so gering sind, dass sie bei einzelnen Versuchen in der zweiten Decimalstelle sich noch nicht geltend machen. Die der experimentellen Bestimmung ganz unzugängliche dritte Decimalstelle der Colonne 3 wurde bei Aufstellung der fünften Colonne der Null gleich gesetzt.

Tabelle 2.

100 Theile einer x_1-procentigen Kochsalzlösung lösen bei 15° C. y_1 Theile Na_2CO_3.

Nr.	x_1 (% NaCl)	y_1 (Na_2CO_3) beobachtet	y_1 (Na_2CO_3) berechnet	Differenz
1	0·00	16·42	16·408	+0·012
2	2·92	14·47	14·476	−0·006
3	5·80	12·87	12·883	−0·013
4	8·61	11·62	11·614	+0·006
5	11·31	10·70	10·680	+0·020
6	13·71	10·11	10·096	+0·014
7	15·98	9·76	9·764	−0·004
8	18·26	9·62	9·653	−0·033
9	20·06	9·73	9·730	0·000
10	21·75	9·95	9·935	+0·015
11	22·45	10·12	10·060	+0·060
	22·48	10·13	10·064	+0·066

Wiederholte Controlbestimmungen der Versuche Nr. 8 und 9 ergaben, dass die in den dritten Colonnen aufgenommenen Werthe von y_1 bei Nr. 8 ein wenig zu klein, bei Nr. 9 etwas zu gross bestimmt worden waren, welcher Umstand in den entsprechend grösseren Differenzen der beobachteten und berechneten Werthe in den Tabellen 1 und 2 zum Ausdrucke kommt. Als Coordinaten des tiefsten Punktes der Curve (2) findet man:

$$\xi_1 = 18{\cdot}22, \quad \eta_1 = 9{\cdot}65.$$

In der folgenden Tabelle sind mit Zugrundelegung der Gleichung (2) die Löslichkeitsverhältnisse des wasserfreien kohlensauren Natrons in 0-, 1-, 2-, ...-%igen Kochsalzlösungen bei 15° C. angegeben.

Tabelle 3.

x_1 (% NaCl)	y_1 (Na_2CO_3)	x_1 (% NaCl)	y_1 (Na_2CO_3)
0	16·408	12	10·488
1	15·717	13	10·244
2	15·060	14	10·041
3	14·438	15	9·880
4	13·851	16	9·762
5	13·299	17	9·686
6	12·783	18	9·655
7	12·305	19	9·667
8	11·864	20	9·725
9	11·461	21	9·828
10	11·097	22	9·977
11	10·773		

Es war mir auch die Aufgabe gestellt worden zu bestimmen, wieviel Bicarbonat aus einzelnen der mit Soda gesättigten Kochsalzlösungen durch Einleiten von überschüssiger Kohlensäure bei einer Temperatur von 15° C. gefällt werde. Die Erledigung dieser Frage kommt darauf hinaus, die Löslichkeit des Bicarbonats in mit Kohlensäure gesättigten Kochsalzlösungen zu ermitteln. Demgemäss wurde in Chlornatriumlösungen von verschiedener Concentration nur so viel kohlensaures Natron gelöst, dass beim nachherigen Einleiten von Kohlensäure eine kleine Menge gebildeten Bicarbonats ausgefällt wurde. Das Einleiten von Kohlensäure wurde so lange fortgesetzt, bis Curcumapapier beim Eintauchen in die Lösung keine röthlichbraune Färbung mehr zeigte. Die so erhaltene Lösung sammt Niederschlag wurde in einer Flasche bei 15° C. der Rotation unterworfen, filtrirt und zwei Proben des Filtrats auf ihren Gehalt an Chlornatrium und Natriumbicarbonat in der früher angegebenen Weise geprüft. Die

durch die geringe Druckerhöhung, welche beim Schütteln der Lösungen in Folge des Freiwerdens eines kleinen Theiles der absorbirten Kohlensäure verursacht wurde, bedingte Änderung der Löslichkeitsverhältnisse wurde unberücksichtigt gelassen und überdies die zwar mangelhafte, aber die Zahlenergebnisse nur sehr wenig beeinflussende Annahme gemacht, dass 100 Theile der jeweiligen Lösung 0·2 Theile absorbirte Kohlensäure enthalten.

Die Rechnung war nun auf folgende Weise zu führen. Die Analyse der in Bezug auf $NaHCO_3$ bei 15° C. gesättigten Kochsalzlösung ergab $a\%$ NaCl und $b\%$ $NaHCO_3$. Nach der gemachten Annahme kommen also auf $99\cdot8-a-b$ Theile Wasser a Theile NaCl und b Theile $NaHCO_3$. Die diesem Versuche entsprechende mit Soda gesättigte Kochsalzlösung enthielte vor dem Einleiten von Kohlensäure auf $100-x_1$ Theile Wasser x_1 Theile NaCl und y_1 Theile Na_2CO_3; nach dem Einleiten von Kohlensäure kämen in Lösung sammt Niederschlag auf $100-x_1-\frac{9}{53}y_1$ Wasser x_1 NaCl und $\frac{84}{53}y_1$ $NaHCO_3$, welch' letzteres theils in Lösung, theils gefällt wäre. Soll nun diese Lösung jener des wirklich ausgeführten Versuches entsprechen, so muss in beiden das Verhältniss der Wasser- zur Kochsalzmenge dasselbe sein. Also ist:

$$\frac{100-x_1-\frac{9}{53}y_1}{x_1}=\frac{99\cdot8-a-b}{a}$$

oder, mit Rücksicht auf Gleichung (2),

$$0\cdot00001742x_1^3+0\cdot0028213x_1^2+$$
$$+\left(\frac{99\cdot8-b}{a}-0\cdot12014\right)x_1-97\cdot2137=0.$$

Diese Gleichung hat nur eine positive Wurzel x_1; ist letztere gefunden, so erhält man zunächst aus Gleichung (2) den zugehörigen Werth von y_1. Bezeichnen nun z die in Lösung bleibende, u die gefällte Menge des Bicarbonats, so findet man

$$z = \frac{b}{a} x_1, \qquad u = \frac{84}{53} y_1 - z,$$

und es werden demnach $p = 100u : (u+z)$ Procent des kohlensauren Natrons als Bicarbonat gefällt. Hiebei ist vorausgesetzt, dass die eingeleitete Kohlensäure Wasser weder zu- noch wegführt.

Die eben geschilderte Methode bietet die Möglichkeit, Werthe von z, u und p auch für solche x_1, y_1 ausfindig zu machen, welche in Wirklichkeit nicht existenzfähig sind, deren entsprechende Punkte nämlich jenseits des äussersten Grenzpunktes der in Fig. 5 abgebildeten Curve liegen. Obgleich hier die Rechnung wenig genau wird (vergl. Ostwald, Lehrb. d. allgem. Ch., 1. Bd., 2. Aufl., S. 1070), so genügte doch ein einziger diesbezüglicher Versuch (die Resultate desselben sind in der Tabelle 4 in Parenthese angeführt), um trotz der geringen Anzahl der anderen Versuche den Schluss zu ziehen, dass die Ordinate der Curve $F(x_1, p) = 0$ innerhalb des durch die Wirklichkeit begrenzten Gebietes kein Maximum im mathematischen Sinne besitzt, dass also beim Einleiten von Kohlensäure in eine mit kohlensaurem Natron bei 15° C. gesättigte Kochsalzlösung bei jener Temperatur ein umso grösserer Theil der Soda als Natriumbicarbonat gefällt wird, je höher der Gehalt der ursprünglichen Kochsalzlösung an Chlornatrium war.

Tabelle 4.

x_1 (% NaCl der urspr. Kochsalzlösung)	y_1 (in 100 Th. dieser Lösung gelöstes Na_2CO_3)	z (nach Einleiten von CO_2 gelöst bleibendes $NaHCO_3$)	u (gefälltes $NaHCO_3$)	p (Procente von Na_2CO_3, welche als $NaHCO_3$ gefällt werden)
10·642	10·884	2·998	14·252	82·62
15·804	9·782	1·869	13·634	87·95
15·932	9·768	1·847	13·635	88·07
21·618	9·915	1·061	14·653	93·25
[23·71	(10·34)	0·886	(15·504)	(94·6)]

Die Anzahl der Versuche ist zu gering, als dass es thunlich wäre, die Gleichung der Curve $F(x_1, p) = 0$ aufzustellen. Doch bemerkt man leicht die folgenden Eigenschaften jener Linie: Sie kehrt ihre hohle Seite nach unten; ihre Krümmung ist eine geringe, und ihre Tangenten schliessen mit der X_1-Axe Winkel ein, welche von 45° wenig verschieden sind, oder: p und x_1 wachsen bei gleichzeitigem Fortschreiten, wenigstens im mittleren Verlaufe der Curve, um nahezu gleich grosse Zahlen.

Zur Kenntniss der Opiansäure

von

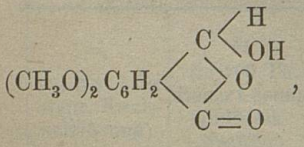
Prof. Guido Goldschmiedt.

Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien.

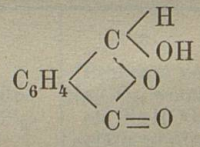
(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

In einer vor Kurzem in Gemeinschaft mit L. Egger ausgeführten Untersuchung[1] habe ich gezeigt, dass bei der Einwirkung von Cyankalium auf Opiansäure- und Phtalaldehydsäureester in absolut alkoholischer Lösung Verbindungen entstehen, die nicht, wie man hätte erwarten können, Derivate des Benzoins sind, sondern im ersten Falle Tetramethoxyldiphtalyl, im zweiten das längst bekannte Diphtalyl.

Es wurde aus diesem Verhalten der Schluss gezogen, dass die beiden Ester bei dieser Reaction nicht als Aldehydsäureester reagiren, sondern in der tautomeren Form



beziehungsweise



Ich habe nun noch einige Beobachtungen gemacht, welche sich der eben erwähnten, sowie den schon früher von Liebermann mitgetheilten an die Seite stellen lassen.

Es wurde nämlich Opiansäure auf ihre Condensationsfähigkeit mit Aceton und Acetophenon untersucht und hiebei jene

[1] Monatshefte für Chemie, XII, S. 49.

Methode benützt, welche J. G. Schmidt[1] und dann Claisen[2] zur Condensation von Aldehyden mit Ketonen anwandten, nämlich die Einwirkung stark verdünnter Alkalien auf das Gemisch der reagirenden Substanzen.

Opiansäure und Aceton.

10 *g* Opiansäure, 6 *g* Aceton wurden in 750 *g* Wasser gelöst und 30 cm^3 einer 10%igen Lösung von Natronhydrat zugefügt; die Lösung wurde 24 Stunden bei Zimmertemperatur stehen gelassen und dann mit Salzsäure angesäuert. Es fällt ein gelbbraunes Öl aus, das nach einiger Zeit unter Wasser erhärtet; nachträglich scheiden sich an den Gefässwänden noch dünne krystallinische Krusten aus. Die Ausscheidungen wurden abfiltrirt, mit Wasser gewaschen und aus Weingeist umkrystallisirt; es konnten zwei Substanzen isolirt werden, die eine, in nur geringer Menge gebildete, schmilzt bei 151°, sie ist in Alkohol schwerer löslich als die zweite, deren Schmelzpunkt bei 117° liegt.

Die bei 151° schmelzende Substanz wird nach mehrmaligem Umkrystallisiren aus Alkohol in Form feiner, glänzender, sich am Filter verfilzender, weisser Nadeln erhalten.

Die Analyse lieferte nachstehende Zahlen:

0·1940 *g* Substanz gaben 0·4476 *g* Kohlensäure und 0·0856 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{23}H_{22}O_9$
C.....	62·92	62·44
H.....	4·90	4·98.

Der Körper löst sich selbst in concentrirter kalter Kalilauge erst nach längerem Stehen auf, schnell in kochender; er löst sich in kaltem Natriumcarbonat nicht, wohl aber in kochendem; diese Lösungen haben eine intensiv gelbe Farbe.

---

[1] Berichte der d. chem. Gesellsch., XIII, S. 2342 und XIV, S. 1459.

[2] Berichte der d. chem. Gesellsch., XIV, 2469 und Liebig's Annalen, 223, S. 139.

Brom in ätherischer Lösung wirkt auf ihn nicht ein.

Die zweite, bei 117° schmelzende Substanz, welche die Hauptmasse des in sehr guter Ausbeute erhaltenen Reactionsproductes ausmacht, wird aus verdünntem Alkohol in sehr kleinen weissen nadelförmigen Kryställchen erhalten, die manchmal in kugelförmigen Aggregaten anschiessen.

Bei der Analyse gaben 0·2043 *g* Substanz 0·4655 *g* Kohlensäure und 0·1020 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{13}H_{14}O_5$
C.....	62·14	62·40
H.....	5·55	5·60.

Gegen Kalilauge, Natriumcarbonat und Brom verhält sich die Substanz, wie die zuerst beschriebene.

Opiansäure und Acetophenon.

10 *g* Opiansäure wurden mit 8 *g* Acetophenon in 750 *g* Wasser gebracht und 30 cm^3 10%iger Natronhydratlösung zugefügt; nach 24stündigem Stehen wurde mit Salzsäure angesäuert. Das sich ausscheidende Harz erstarrt nach längerem Stehen unter Wasser. Es wurde die wässerige Lösung abgegossen und die feste Substanz, nach dem Waschen mit kaltem Wasser, aus Weingeist mehrmals umkrystallisirt. Man erhält die neue Verbindung in schönen glänzenden Blättchen, deren Schmelzpunkt bei 127—128° liegt. Die Ausbeute ist eine gute. Aus der wässerigen Lösung konnte noch etwas unveränderte Opiansäure zurückgewonnen werden.

0·2119 *g* Substanz gaben 0·5388 *g* Kohlensäure und 0·0991 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{18}H_{16}O_5$
C.....	69·34	69·23
H.....	5·19	5·13.

Auch diese Substanz ist unlöslich in kalter Alkali- oder Alkalicarbonatlösung und löst sich darin beim Kochen auf, wobei der Geruch nach Acetophenon auftritt.

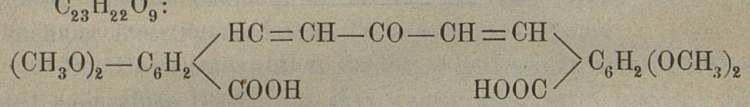
Die beschriebenen Verbindungen entstehen demnach nach folgenden Gleichungen:

$$2C_{10}H_{10}O_5 + C_3H_6O = C_{23}H_{22}O_9 + 2H_2O,$$
$$C_{10}H_{10}O_5 + C_3H_6O = C_{13}H_{14}O_5 + H_2O,$$
$$C_{10}H_{10}O_5 + C_8H_8O = C_{18}H_{16}O_5 + H_2O.$$

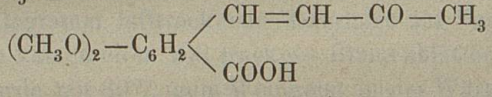
Wenn Benzaldehyd unter gleichen Versuchsbedingungen auf Aceton und Acetophenon einwirkt, so entstehen Condensationsproducte durch Wechselwirkung der Aldehydgruppen auf ein Methyl des Ketons.

Wollte man annehmen, dass die Reaction auch im vorliegenden Falle in gleicher Weise verlauft, so müsste man den neuen Verbindungen nachstehende Structurformeln zuschreiben:

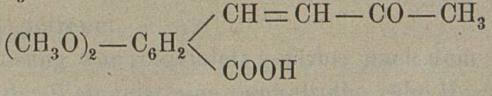
$C_{23}H_{22}O_9$:



$C_{13}H_{14}O_5$:



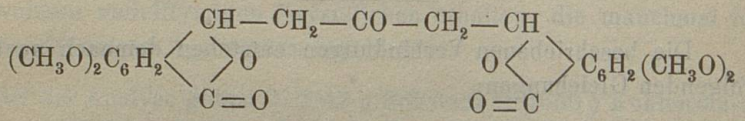
$C_{18}H_{16}O_5$:

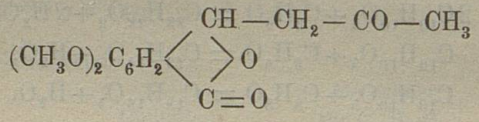


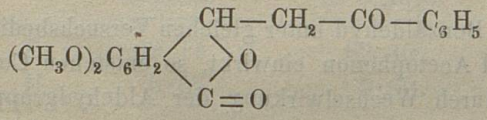
Substanzen von dieser Structur sind Säuren, die sich in Ätzalkalien und selbst in Carbonaten leicht lösen müssten; es kommen in ihrem Moleküle doppelt gebundene Kohlenstoffatome vor, und sie müssten sich demnach mit Brom additionell verbinden. Beides findet bei den neuen Verbindungen nicht statt, und es ist daher der Schluss nothwendig, dass kein Carboxyl und keine doppelte Bindung vorhanden ist, dass demnach die

Condensation in anderer Weise erfolgt, weil auch in diesen Fällen die Opiansäure nicht als Aldehydsäure reagirt.

Die Untersuchung der beschriebenen Substanzen, denen voraussichtlich nachstehende Structurformeln entsprechen,







wird fortgesetzt.

Über die in den Blumenblättern von *Gentiana verna* enthaltenen Substanzen

von

Prof. **Guido Goldschmiedt** und Dr. **R. Jahoda.**

Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Als der Eine von uns vor einigen Jahren einen Ausflug in das Semmeringgebiet machte, veranlasste ihn die kolossale Menge der zur Zeit auf den Wiesenabhängen des Sonnwendsteines in Blüthe stehenden *Gentiana verna* die Blumenblätter dieser Pflanze sammeln zu lassen, um eine chemische Untersuchung ihrer Bestandtheile in Angriff zu nehmen.

Das Materiale wurde in der Weise gesammelt, dass die Blätter jeder einzelnen Blüthe aus dem Kelche ausgezupft wurden; dieselben wurden dann auf Papier an der Sonne getrocknet. Es stand uns ein Kilogramm lufttrockenen Materiales zur Verfügung; auf ein Gramm kamen circa 100 trockene Blumenblätter.

Es wurde mit 80%igem Weingeist in der Wärme extrahirt, die ganz farblos gewordenen Blätter durch Pressen von der Flüssigkeit getrennt.

Die Lösung war rothviolett gefärbt; nach dem Abdestilliren hinterliess der Weingeist eine dunkelrothe zähe Masse, in welche hell gelbgrün gefärbte feste Harzklumpen eingebettet waren. Verdünnt man diesen Rückstand mit viel Wasser, so geht der Farbstoff und die syrupöse Substanz in Lösung, während die gelben Klümpchen als bröckelige Masse zurückbleiben und von der Flüssigkeit leicht durch Filtration getrennt werden können.

Die gefärbte wässerige Flüssigkeit wurde nun mit Bleizucker versetzt, wodurch der Farbstoff als dunkelgrüner leicht

filtrirbarer Niederschlag ausgefällt wird. Derselbe wurde in Wasser suspendirt und mit Schwefelwasserstoff zerlegt, das Filtrat vom Schwefelblei in einer Retorte im Wasserstoffstrome eingedampft. Der rückständige Farbstoff löst sich leicht in Alkohol und wird durch Äther aus dieser Lösung gefällt. Die ursprünglich geplante Untersuchung des Farbstoffes unterblieb wegen seiner leichten Zersetzbarkeit, die Lösungen wurden in der kürzesten Zeit missfärbig.

Das Filtrat vom Bleiniederschlage wurde ebenfalls durch Schwefelwasserstoff entbleit und dann unter Ausschluss der Luft eingedampft. Der Rückstand, ein selbst nach monatelangem Stehen im Exsiccator über Schwefelsäure nicht krystallisirender Syrup, war bräunlich gefärbt und zeigte ein starkes Reductionsvermögen für Fehling'sche Lösung. In Alkohol war derselbe nicht ganz löslich; es blieb eine gummiartige Substanz zurück. Aus der alkoholischen Lösung wurden durch allmäligen Zusatz von Äther acht Fractionen zur Ausscheidung gebracht, die sämmtlich syrupös waren und auch nach der Behandlung mit Thierkohle nicht zum Krystallisiren gebracht werden konnten. Die Substanz schmeckt schwach süss, sie gibt die Trommer'sche und Böttger'sche Zuckerprobe; sie ist direct gährungsfähig; die wässerige Lösung ist schwach rechtsdrehend. Sie liefert mit Phenylhydrazin ein Osazon, welches bei 204° schmilzt, mit Alkali und Pikrinsäure die Pikraminsäurereaction.

Es dürfte sich demnach hier um ein Gemenge von Glukose und Fructose handeln, welches durch andere Substanzen am Krystallisiren verhindert wird, auf dessen weitere Untersuchung nicht eingegangen wurde.

Die bröckeliche, in Wasser unlösliche, leicht zu feinem Pulver zerfallende Masse hingegen wurde, soweit es das vorhandene Materiale (circa 20 *g*) gestattete, eingehender untersucht. Die Masse war schwach grünlich gefärbt. Sie wurde in Alkohol gelöst und mit Thierkohle behandelt, wodurch eine ganz farblose Lösung erhalten wurde. Durch sehr oft wiederholte fractionirte Krystallisation aus Alkohol gelingt es, drei Substanzen zu isoliren, die in ihrer Löslichkeit in Alkohol nicht wesentlich verschieden sind und deren Schmelzpunkt durch weiteres Umkrystallisiren nicht mehr verändert wird.

Die Substanz, welche in weitaus vorwiegender Menge vorhanden ist, ist ein amorphes, körniges, weisses Pulver, das bei 215—219° schmilzt; selbst nach häufigem Umkrystallisiren konnte ein schärferer Schmelzpunkt nicht beobachtet werden.

Bei den Analysen wurden nachstehende Procentzahlen erhalten und wir bemerken ausdrücklich, dass die Bestimmungen mit Präparaten ausgeführt worden sind, die verschieden oft umkrystallisirt worden waren:

I. 0·2139 *g* Substanz gaben 0·6205 *g* Kohlensäure und 0·2078 *g* Wasser.

II. 0·1946 *g* Substanz gaben 0·5651 *g* Kohlensäure und 0·1934 *g* Wasser.

III. 0·1789 *g* Substanz gaben 0·5178 *g* Kohlensäure und 0·1782 *g* Wasser.

IV. 0·1923 *g* Substanz gaben 0·5573 *g* Kohlensäure und 0·1840 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden			
	I.	II.	III.	IV.
C.....	79·02	79·19	79·15	79·03
H.....	10·79	11·04	11·09	10·63.

Aus dem Mittel dieser Zahlen lässt sich die einfachste Formel $C_{10}H_{16}O$ berechnen:

	Gefunden im Mittel	Berechnet für $C_{10}H_{16}O$
C.....	79·10	78·94
H.....	10·89	10·55.

Da die Substanz nicht unzersetzt flüchtig ist, wurde zur Bestimmung der Moleculargrösse nach der Raoult'schen Methode und zwar mit Benützung des von Eykman angegebenen Apparates geschritten.

Als Lösungsmittel wurde Phenol angewandt und die Constante = 76 in Rechnung gestellt:

	Gew. des Lösungsmittels	Gew. der Substanz	Concentration	Depression	Gefundenes Mol.-Gew.	Berechnetes Mol.-Gew.
1.	10·225 *g*	0·1920 *g*	1·878	0°, 295	492	456
2.	10·225	0·2520	2·466	0 377	496	

Aus diesen Bestimmungen geht mit Sicherheit hervor, dass die oben als einfachste aufgeführte Formel $C_{10}H_{16}O$ zu verdreifachen ist, und dass somit unserer neuen Verbindung die Molecularformel $C_{30}H_{48}O_3$ zukommt.

Bei der geringen Menge Substanz, die uns zu Gebote stand und bei der Schwierigkeit, grössere Quantitäten zu beschaffen, durften wir kaum hoffen, die Constitution dieser complicirten Verbindung zu ermitteln, und leider gelang es uns auch nicht festzustellen, ob dieselbe zu den Terpenen in Beziehung stehe, wie ihre Formel sowohl, wie ihre Provenienz vermuthen lassen könnte. Trotzdem erlauben wir uns, die wenigen Versuche mitzutheilen, die zur Charakterisirung des Körpers ausgeführt werden konnten.

Die Substanz ist nicht allzu leicht löslich in kaltem, leichter in heissem Alkohol, ziemlich schwer in Äther und Benzol. Namentlich in reinem Zustande fällt sie beim Erkalten aus alkoholischer Lösung in gelatinösen Flocken aus, die beim Trocknen zu einem groben Pulver schrumpfen. Wenn man die trockene Substanz in Alkohol bringt, quillt sie bald auf und bildet wieder gelatinöse Flocken.

In wässeriger Kalilauge ist der Körper selbst beim Kochen unlöslich.

Um Aufschluss über die Function der Sauerstoffatome zu erhalten, wurde zunächst die Darstellung eines Oximes und eines Phenylhydrazones versucht; beides mit negativem Erfolge. Die Verbindung enthält demnach weder eine Aldehyd-, noch eine Ketongruppe. Durch Prüfung im Zeisel'schen Apparate wurde festgestellt, dass keine Methoxyle vorhanden sind.

Um zu ermitteln, ob der Sauerstoff Hydroxylgruppen angehört, wurde eine Probe der Substanz in wenig Eisessig gelöst

und 3 Stunden mit Essigsäureanhydrid und essigsaurem Natrium am aufsteigenden Kühler gekocht. Die Reactionsmasse wurde dann in Wasser gegossen, die gebildete Essigsäure von dem entstandenen Niederschlage durch Filtration getrennt und dieser gründlich gewaschen, schliesslich bei 110° getrocknet.

Die Substanz ist ebenfalls amorph, leicht löslich selbst in kaltem Alkohol; sie schmilzt bei 175—180°.

Die Analyse ergab nachstehendes Resultat:

0·1742 *g* Substanz gaben 0·4740 *g* Kohlensäure und 0·1553 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{30}H_{46}O(C_2H_3O_2)_2$	Berechnet für $C_{30}H_{45}(C_2H_3O_2)_3$
C.....	74·20	75·55	74·22
H.....	9·90	9·63	9·28.

Es sind somit drei Acetyle in das Molekül $C_{30}H_{48}O_3$ eingetreten, woraus auf die Gegenwart von drei Hydroxylen in demselben geschlossen werden kann. Die Substanz ist demnach ein dreiwerthiger Alkohol oder ein dreiwerthiges Phenol; ihre Formel kann $C_{30}H_{45}(OH)_3$ geschrieben werden. Wir wollen sie desshalb und mit Rücksicht auf ihre Herkunft Gentiol nennen.

In alkalischer Lösung wird die Verbindung von Kaliumpermanganat zu einer sauren Substanz oxydirt, welche aber aus Mangel an Materiale nicht genügend rein dargestellt werden konnte, um brauchbare Analysenresultate zu liefern.

$^1/_2$ *g* der Substanz wurde in Eisessig gelöst und mit einer Lösung von Chromsäure in Eisessig (1 *g* CrO_3 in 17 cm^3) bei Wasserbadtemperatur oxydirt. Es wurden 8·5 cm^3 der Chromsäurelösung verbraucht. Hierauf wurde mit Wasser verdünnt und der entstandene Niederschlag abfiltrirt. Das Rohproduct war grünlich gefärbt; sein Schmelzpunkt lag bei 94°. Die Substanz wurde in Natriumcarbonat gelöst, filtrirt, die Lösung mit Äther ausgeschüttelt und dann mit Salzsäure wieder abgeschieden und diese Behandlungsweise noch zweimal wiederholt.

Das auf diese Weise erhaltene Oxydationsproduct war rein weiss, löste sich in Carbonaten leicht unter Kohlensäureentwick-

lung und zeigte unter dem Mikroskope ein krystallinisches Aussehen. Der Schmelzpunkt wurde bei 127° beobachtet. Eine Elementaranalyse wies auf den Eintritt von drei Sauerstoffatomen hin.

Durch Einwirkung rauchender Salpetersäure auf Gentiol erhält man einen in Wasser unlöslichen Nitrokörper, der leicht von Natriumcarbonat aufgenommen, aus dieser Lösung durch Salzsäure wieder abgeschieden wird.

Schmelzendes Ätzkali greift den Körper erst bei ziemlich hoher Temperatur an. Der angesäuerten Schmelze entzieht Äther eine Substanz, die nach dem Verdunsten des Äthers in undeutlich krystallinischer Form zurückbleibt. Die wässerige Lösung dieses Rückstandes gibt mit Eisenchlorid eine blutrothe Färbung, die durch Zusatz von Natriumcarbonat nicht verändert wird.

Wenn man die Substanz über Zinkstaub im Wasserstoffstrome destillirt, so geht ein grünlichbraun gefärbtes Öl von theerigem Geruch über; im Rohre findet kaum Schwärzung statt. Das Öl wurde mit Äther aufgenommen, die Lösung mit Chlorcalcium getrocknet, dann der Äther verjagt. Der Rückstand wurde im Vacuum destillirt. Bei einem Drucke von 22 *mm* ging die Hauptfraction um 210° als grünlich gefärbtes, ziemlich dünnflüssiges Öl von theerartigem Geruch über; der Rückstand im Kölbchen war dickflüssig. Das Öl wurde einer Analyse unterworfen; wir legen auf das Resultat derselben keinen Werth, da es nicht möglich war, die Substanz wegen ihrer geringen Menge weiter zu reinigen; immerhin wurde durch dieselbe festgestellt, dass das Öl sauerstofffrei war.

Die zweite Verbindung, welche neben dem Gentiol isolirt werden konnte, die aber in viel geringerer Quantität vorlag, bestand aus schönen weissen Krystallblättchen, deren Schmelzpunkt bei 115—117° lag. Die Substanz ist löslich in Alkohol, Äther, Benzol.

Die Analyse führte zur Formel $C_{38}H_{64}O_3$:

I. 0·1988 *g* Substanz gaben 0·5845 *g* Kohlensäure und 0·2030 *g* Wasser.

II. 0·1757 *g* Substanz gaben 0·5150 *g* Kohlensäure und 0·1825 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_{38}H_{64}O_3$
	I.	II.	
C.....	80·17	79·93	80·28
H.....	11·34	11·53	11·24.

Die Moleculargewichtsbestimmung durch Beobachtung der Schmelzpunktserniedrigung mit Phenol als Lösungsmittel bestätigte die Richtigkeit obiger Formel.

	Gew. des Lösungsmittels	Gew. der Substanz	Concentration	Depression	Gefundenes Mol.-Gew.	Berechnetes Mol.-Gew.
1.	11·5272*g*	0·1890*g*	1·639	0°220	566	566
2.	11·5272	0·3543	3·073	0·435	536·8	

Dass auch bei dieser Substanz, die sich in ihrer Zusammensetzung vom Gentiol um C_8H_{16} unterscheidet, Methoxyle nicht vorhanden sind, beweist ein mit negativem Erfolge ausgeführter Versuch im Zeisel'schen Apparate.

Die dritte Substanz, welche neben den beiden beschriebenen in den Blumenblättern der *Gentiana verna* vorkommt, stellt ein nicht krystallinisches, um 240° schmelzendes gelbliches Pulver dar, dessen Menge aber so gering war, dass wir uns nicht einmal darüber Rechenschaft geben konnten, welche Zusammensetzung der Verbindung zukommt.

Über Derivate der Metahemipinsäure

von

Otto Rossin.

Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Unter den Producten, welche G. Goldschmiedt[1] durch Einwirkung von Kaliumpermanganat auf Papaverin in neutraler wässeriger Lösung erhielt, entdeckte er eine Säure $C_{10}H_{10}O_6$, welche, abgesehen von der gleichen procentischen Zusammensetzung, auch in Bezug auf die Reactionen mit Bleizucker, Silbernitrat und Eisenchlorid, sowie den Schmelzpunkt, vollkommen die Eigenschaften aufwies, welche an der von Wöhler[2] als Oxydationsproduct des Narcotins entdeckten Hemipinsäure sowohl von diesem selbst, als auch späterhin von einer Anzahl anderer Forscher[3] beobachtet und beschrieben worden sind. Die Übereinstimmung aller genannten Eigenschaften liess keinen Zweifel darüber aufkommen, dass die unter den Oxydationsproducten des Papaverins vorgefundene Säure $C_{10}H_{10}O_6$ mit der Hemipinsäure aus Narcotin identisch sei, so dass auch kein Anlass vorlag, Derivate der Säure darzustellen.

In einer späteren Arbeit[4] gelangte jedoch Goldschmiedt durch Oxydation des Papaverinäthylbromids zum Äthylimid seiner Säure $C_{10}H_{10}O_6$. Der Schmelzpunkt dieser Verbindung zeigte eine

---

[1] Monatshefte für Chemie, Bd. VI, S. 380.

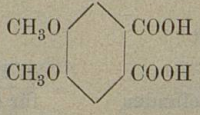
[2] Ann. Chem. Pharm., Bd. L, S. 17.

[3] Die Literatur der Hemipinsäure findet sich in der Abhandlung von Goldschmiedt und Ostersetzer, Monatshefte für Chemie, Bd. IX, S. 763 ff. vollständig zusammengestellt.

[4] Monatshefte für Chemie, Bd. IX, S. 339.

wesentliche Verschiedenheit von demjenigen des Äthylimids der aus Narcotin dargestellten Hemipinsäure und die Identität der beiden Säuren war hiedurch in Frage gestellt. Überdies hatten inzwischen E. Schmidt und Schilbach[1] darauf hingewiesen, dass Hemipinsäure aus Berberin und Narcotin nicht, wie bis dahin angegeben worden war, bei 180—182°, sondern schon bei 160—161° schmelze. Dies veranlasste Goldschmiedt, im Verein mit O. Ostersetzer[2] die Säuren $C_{10}H_{10}O_6$ von beiderlei Herkunft ganz speciell einem eingehenden, vergleichenden Studium zu unterziehen; das Ergebniss desselben war die unzweifelhafte Feststellung der Verschiedenheit beider Verbindungen.

Es war im vorhinein klar, dass diese Verschiedenheit bloss in der Stellung der Methoxyle liegen konnte, denn die Leichtigkeit, mit welcher die vom Papaverin stammende Säure $C_{10}H_{10}O_6$ in ihr Anhydrid und Imid verwandelt werden konnte, ihre Gewinnung aus einem Isochinolinderivate und die Fluorescinreaction,[3] die sie mit Resorcin gab, liessen keinen Zweifel darüber zu, dass sie, gleich der Hemipinsäure aus Narcotin, eine Dimethoxyl-Orthophtalsäure sei. Um die Frage nach dem chemischen Orte der Methoxyle zu entscheiden, wurde die Säure von Goldschmiedt[4] der Kalischmelze unterzogen. Das Product aus dieser Reaction erwies sich nach allen seinen Eigenschaften, darunter auch der Überführbarkeit beim Erhitzen in Brenzcatechin, als Protocatechusäure. Hiemit war die Structur der aus Papaverin erhaltenen Säure $C_{10}H_{10}O_6$ endgiltig festgestellt; dieselbe ist, gleich der isomeren Hemipinsäure, ein Derivat des Brenzcatechins und ihre Constitution muss durch das Schema



ausgedrückt werden, indem die zweite Formel, welche sonst für eine an zwei benachbarten Stellen methoxylirte Orthophtalsäure überhaupt möglich ist, nämlich

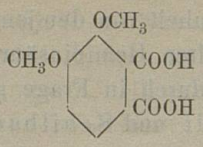
---

[1] Archiv für Pharmacie, Bd. 225, S. 164 ff.

[2] Monatshefte für Chemie, Bd. IX, S. 762 ff.

[3] Goldschmiedt, Monatshefte für Chemie, Bd. IX, S. 778.

[4] L. c. S. 779.



nach den Untersuchungen Wegscheider's[1] der Hemipinsäure aus Narcotin zukommt.

Zur Unterscheidung von der isomeren Säure aus Narcotin wurde der aus Papaverin erhaltenen Säure $C_{10}H_{10}O_6$ von ihrem Entdecker der Name Metahemipinsäure beigelegt.[2]

Die Metahemipinsäure ist seither keinen weiteren Untersuchungen unterzogen worden. Auf Veranlassung des Herrn Prof. Goldschmiedt habe ich es unternommen, das Studium dieser Verbindung fortzusetzen und theile im Nachstehenden die gewonnenen Ergebnisse mit.

Die in Verwendung gezogene Metahemipinsäure wurde nach der Angabe Goldschmiedt's[3] durch Oxydation reinen Papaverins mit Kaliumpermanganat dargestellt.

Saures Silbersalz. Eine wässerige Lösung der freien Säure wurde mit Silbernitrat versetzt. Es fiel ein nahezu farbloser, feinkrystallinischer Niederschlag aus, welcher, dem Lichte ausgesetzt, keine Dunkelfärbung zeigte.

Die Analyse lieferte folgendes Resultat:

Die lufttrockene Substanz erlitt, auf 100° C. erhitzt, keine Gewichtsabnahme.

0·2885 *g* Substanz gaben 0·3822 *g* Kohlensäure und 0·0683 *g* Wasser; im Schiffchen hinterblieben 0·0926 *g* Silber.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{10}H_9O_6Ag$
C.....	36·13	36·04
H.....	2·63	2·70
Ag....	32·07	32·43.

[1] Monatshefte für Chemie, Bd. III, S. 367.
[2] Monatshefte für Chemie, Bd. IX, S. 780.
[3] Monatshefte für Chemie, Bd. VI, S. 374, 375.

Das Salz, welches auf diese Weise gewonnen wird, ist also wasserfreies, saures metahemipinsaures Silber.

Es sei angeführt, dass die Entstehung eines krystallinischen Niederschlages bei Zusatz von Silbernitrat zu einer wässerigen Lösung der Metahemipinsäure in der erwähnten Arbeit von Goldschmiedt und Ostersetzer[1] unter den Reactionen der Säure aufgezählt ist; die Zusammensetzung des Salzes ist jedoch von den genannten Forschern nicht untersucht worden.

Das neutrale Silbersalz ist bereits von Goldschmiedt und Ostersetzer durch Fällung einer mittelst Ammoniak abgesättigten wässerigen Säurelösung mit Silbernitrat dargestellt und analysirt worden.[2] Ich hätte nur hinzuzufügen, dass es in Wasser — sowohl in der Kälte, wie beim Erhitzen — desgleichen in Alkohol und Essigsäure geradezu unlöslich ist. Bei dem Versuche, es durch Kochen mit Wasser in Lösung zu bringen, wurde es zunehmend dunkel gefärbt und bildete theilweise eine braune Emulsion, welche unverändert durch das Filter durchging. Im Gegensatz zum sauren metahemipinsauren Silber zersetzt sich das neutrale Salz leicht im Licht.

Saurer Äthylester. Metahemipinsäureanhydrid wurde mehrere Stunden lang mit absolutem Alkohol gekocht. Das Product wurde aus Alkohol umkrystallisirt und zeigte im reinen Zustande den Schmelzpunkt von 127°. Die Analyse stimmte mit der erwarteten Formel überein.

0·1798 *g* Substanz gaben 0·3723 *g* Kohlensäure und 0·0852 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{12}H_{14}O_6$
C.....	56·45	56·69
H.....	5·27	5·51.

Neutraler Äthylester. Metahemipinsäure wurde in absolutem Alkohol gelöst und trockene, gasförmige Salzsäure bis

---

[1] Monatshefte für Chemie, Bd. IX, S. 775.

[2] L. c., S. 772.

zur Sättigung in die Lösung eingeleitet. Dieselbe wurde über Nacht stehen gelassen und hierauf der Alkohol abdestillirt. Es hinterblieb ein bräunlicher Syrup, welcher nicht zum Krystallisiren zu bringen war. Er wurde behufs Reinigung in Äther aufgenommen und die ätherische Lösung mit stark verdünnter wässeriger Kalilauge ausgeschüttelt. Nach dem Abdunsten des Äthers blieb die Substanz unverändert syrupös zurück. Der Körper wurde nun der Destillation unter vermindertem Druck (von 160 *mm*) unterworfen. Er ging unzersetzt über, sammelte sich aber in der Vorlage wieder als höchst zähflüssiger, lichtgelber Syrup. Auch die Anwendung einer Kältemischung von fester Kohlensäure und Äther führte nicht zur Bildung von Krystallen: die Substanz erstarrte darin zu einer amorphen, durchsichtigen Masse.

Der Körper ist in Alkohol schon in der Kälte ziemlich leicht löslich, dessgleichen in Äther. Er verflüchtigt sich bei gewöhnlicher Temperatur, sowohl im Exsiccator über Schwefelsäure, als auch an der freien Luft, in merklicher Weise.

Die Analyse stimmte auf neutralen Ester der Metahemipinsäure.

Die zur Analyse verwendete Substanz war zuvor behufs vollständiger Trocknung in einem Kölbchen bei 150° im Wasserstoffstrom erhitzt worden; im Exsiccator aufbewahrt, zeigte sie, wie erwähnt, eine geringe Gewichtsabnahme durch Verdunstung.

0·1800 *g* Substanz gaben 0·3954 *g* Kohlensäure und 0·1024 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{14}H_{18}O_6$
C.....	59·88	59·56
H.....	6·32	6·40.

Einwirkung concentrirter Salpetersäure auf Metahemipinsäure.

Metahemipinsäure wurde mit starker Salpetersäure kurze Zeit gekocht. Sie löste sich alsbald unter Rothfärbung und Ent-

wicklung von Stickoxyden und Kohlensäure, welche letztere in einem speciellen Versuche nachgewiesen wurde. Die Erhitzung wurde unterbrochen, sobald keine rothen Dämpfe mehr entwichen. Die Flüssigkeit wurde nach Zusatz von Wasser stark eingedampft und schied einen wenig gefärbten, krystallisirten Körper ab, welcher, mit Wasser gewaschen und mit stark verdünntem Alkohol erwärmt, unter Hinterlassung eines geringen rothen Rückstandes mit hellgelber Farbe in Lösung ging. Aus der Lösung fielen beim Erkalten citronengelbe, dünne, weiche Nadeln aus, welche nach wiederholtem Umkrystallisiren aus verdünntem Weingeist constant bei 131—132° schmolzen. In Wasser ist die Substanz sehr schwer löslich, sehr leicht in starkem Alkohol.

Der bei der Analyse gefundene Stickstoffgehalt stimmt auf Dinitroveratrol.

0·2439 *g* Substanz gaben 27·2 cm^3 N bei 17·6° C. und einem Barometerstand von 755 *mm*.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_8H_8O_6N_2$
N.....	12·81	12·28.

Dass unter der Einwirkung der Salpetersäure thatsächlich beide Carboxylgruppen der Metahemipinsäure abgespalten werden, wurde durch den Umstand bestätigt, dass die Nitroverbindung von Alkalien in der Kälte nicht aufgenommen wird. In starker Kalilauge löste sich der Körper erst bei anhaltendem Kochen, wobei er jedoch unter intensiver Braunfärbung augenscheinliche Zersetzung erleidet.

Die alkoholische Lösung der Nitroverbindung röthet ferner blaues Lackmuspapier nicht.

Über Dinitroveratrol findet sich nur eine Angabe in der Literatur, und zwar von Merck,[1] welcher den Körper durch längere Einwirkung von rauchender Salpetersäure auf Veratrol erhielt. Er beschreibt ihn als in langen, gelben Nadeln krystalli-

[1] Ann. Chem. Pharm., Bd. 108, S. 60.

sirend und in Wasser schwer, leicht in Weingeist löslich. Da Merck den Schmelzpunkt seines Dinitroveratrols nicht genau bestimmt hat, sondern bloss angibt, dass die Substanz sich über 100° verflüssigt, so lässt sich nicht entscheiden, ob das von mir erhaltene Dinitroveratrol mit seiner Verbindung identisch ist.

Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf Metahemipinsäure.

Die Einwirkung von Jodwasserstoff, welche von mehreren Forschern auf die Hemipinsäure angewendet worden ist[1] und die Entstehung von Methylnorhemipinsäure, Isovanillinsäure und Protocatechusäure aus derselben ergibt, habe ich an der Metahemipinsäure studirt, von dem Interesse geleitet, ob sich auf diesem Wege die der Metahemipinsäure zu Grunde liegende, bisher unbekannte (COOH : COOH : OH : OH = 1 : 2 : 4 : 5) = Dioxyphtalsäure: die „Normetahemipinsäure" gewinnen liesse.

Die Hemipinsäure aus Narcotin konnte auf diesem Wege nicht in die entsprechende Dioxyphtalsäure übergeführt werden, da dieselbe, sobald ihr ein Methoxyl entzogen ist, bei weiterer Einwirkung von Jodwasserstoff (oder Chlorwasserstoff) zunächst das dem entstandenen Hydroxyl benachbarte Carboxyl abspaltet und so in Isovanillinsäure und hierauf Protocatechusäure übergeht.

Für die Metahemipinsäure war aus dem Vergleich ihrer Constitution mit derjenigen der Säure aus Narcotin grössere Beständigkeit vorauszusetzen. In der Metahemipinsäure befinden sich nämlich beide Carboxyle gleicherweise in der Meta-, respective Parastellung zu den Methoxylgruppen, während in der Narcotinhemipinsäure nur die eine der Carboxylgruppen diese Stellung einnimmt, die andere hingegen in der Meta-, beziehungsweise Orthostellung zu den Methoxylen gelagert ist. Dieses letztere Carboxyl aber ist gerade dasjenige, welches mit der Verseifung des benachbarten Methoxyls zugleich abgespalten wird, während das in der Meta-, respective Parastellung befindliche auch nach

[1] Mathiessen und Foster, Ann. Chem. Pharm., Suppl. I, S. 333. — Liechti, Ann. Chem. Pharm., Suppl. VII, S. 151. — Beckett und Wright, Ch. Soc. J. 1876, referirt im Jahresbericht für 1876, S. 387. — Wegscheider, Monatshefte für Chemie, Bd. III, S. 380.

Entfernung beider Methyle intact bleibt. Thatsächlich erwiesen sich beide Carboxylgruppen der Metahemipinsäure gegenüber dem Angriffe von Halogenwasserstoff stabil; durch andauernde Einwirkung von Jodwasserstoff lässt sie sich durchwegs in Normetahemipinsäure verwandeln.

Es sei nebenher bemerkt, dass die Abspaltung der Methylgruppen aus der Metahemipinsäure auch mittelst rauchender Salzsäure unter gewöhnlichem Druck versucht wurde. Dieses Verfahren, nach welchem Wegscheider[1] sauren Hemipinsäuremethylester in Methylnorhemipinsäure und Isovanillinsäure übergeführt hat, gibt bei der Metahemipinsäure ein negatives Resultat. Metahemipinsäure wurde mit rauchender Salzsäure mehrere Stunden lang am Rückflusskühler gekocht. Nach Unterbrechung der Operation zeigte sich die Substanz unverändert.

Wird Metahemipinsäure mit Jodwasserstoffsäure vom Siedepunkte 127° unter Zusatz von etwas amorphem Phospor im Glycerinbade erhitzt, so tritt die Reaction unter plötzlichem, lebhaftem Entweichen von Jodmethyl erst ein, sobald der Siedepunkt der Jodwasserstoffsäure nahezu erreicht ist. Wird das Gemenge bloss einige Minuten im Sieden erhalten, so findet sich im Reactionsproducte nur ein kleiner Theil Normetahemipinsäure vor. Durch längeres Erhitzen wird die Ausbeute an Normetahemipinsäure gesteigert, doch, wenn auch eine Stunde lang erwärmt wird, besteht das Product noch nicht aus reiner Dioxyphtalsäure. Wird aber nach der Isolirung der entstandenen Normetahemipinsäure aus dem Reactionsproduct der Rest desselben von Neuem mit Jodwasserstoff behandelt, so erhält man daraus abermals Normetahemipinsäure und bei derartigem stufenweisen Vorgehen konnte ich stets nahezu die theoretische Ausbeute an dieser Säure erhalten.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass ich unter den Fractionen, welche neben der Normetahemipinsäure entstanden und

[1] Monatshefte für Chemie, Bd. III, S. 374, 375. — Matthiessen und Foster haben durch Behandlung von Hemipinsäure mit Chlorwasserstoff je nach der Dauer der Einwirkung Isovanillinsäure und Protocatechusäure erhalten. In ihrem Berichte über diese Reaction: Ann., Suppl. II, S. 378, 379, geben sie jedoch nicht an, ob sie die Salzsäure unter gewöhnlichem Druck oder im Rohr einwirken liessen.

durch neuerliche Einwirkung von Jodwasserstoff sich in dieselbe überführen liessen, die als Zwischenproduct der Reaction zu gewärtigende Methylnormetahemipinsäure in Händen hatte. Leider reichte mein Material nicht hin, um neben der Normetahemipinsäure auch jene Säure zu isoliren. Fractionirungsversuche, die ich mit einem, allerdings geringen Theile des intermediären Productes unter Anwendung von Wasser, verdünntem Alkohol, Äther, einem Gemisch von Alkohol und Benzol, sowie Salzsäure als Lösungsmittel unternahm, hatten zu keinem Körper von constantem Schmelzpunkt geführt, und da ich keine genügende Menge Substanz mehr zur Verfügung hatte, musste ich weitere Versuche in dieser Richtung aufgeben.

Aus dem Angeführten ist jedenfalls zu ersehen, dass Protocatechusäure bei der Einwirkung von Jodwasserstoff auf Metahemipinsäure unter gewöhnlichem Druck nicht oder mindestens in ganz unbedeutender Menge entsteht und die Normetahemipinsäure als Endproduct der Reaction anzusprechen ist.

Normetahemipinsäure. Die durch wiederholtes Umkrystallisiren aus Wasser gereinigte Substanz nahm im Exsiccator an Gewicht nicht ab. Sie wurde hierauf im Trockenkasten auf 100° erhitzt, ohne auch hiebei ihr Gewicht zu ändern.

Die Analyse lieferte Zahlen, welche der Formel der Säure + ein Molekül Krystallwasser entsprechen.

0·1981 *g* Substanz gaben 0·3250 *g* Kohlensäure und 0·0655 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_8H_6O_6, H_2O$
C.....	44·74	44·44
H.....	3·67	3·70.

Die Abspaltung des Krystallwassers, welches unter gewöhnlichem Druck bei 100° nicht entweicht, gelang durch Erhitzen der Substanz auf 100° im Vacuum über Chlorcalcium. Die Substanz nahm bei dieser Behandlung langsam an Gewicht ab; nach circa 40stündigem Erhitzen war Gewichtsconstanz erreicht.

0·2078 *g* Substanz verloren, im Vacuum auf 100° erhitzt, 0·0175 *g* an Gewicht.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_8H_6O_6, H_2O$
H_2O.....	8·42	8·33.

Die Verbrennung der auf diese Weise behandelten Säure lieferte der wasserfreien Säure entsprechende Zahlen:

0·1905 *g* Substanz gaben 0·3415 *g* Kohlensäure und 0·0522 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_8H_6O_6$
C.....	48·88	48·49
H.....	3·05	3·03.

Die Normetahemipinsäure löst sich sehr leicht in Wasser und Alkohol, sowohl in der Kälte als in der Wärme. Bei langsamem Verdunsten der wässerigen Lösung kann sie daraus in charakteristischen, glänzenden, spröden Prismen erhalten werden, welche, laut vorstehenden Analysen, ein Molekül Krystallwasser enthalten.

Herr Prof. v. Lang hatte die Güte, die Messung derselben auszuführen, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen respectvollen Dank abstatte.

„Krystallsystem: rhombisch.

Elemente: $a : b : c = 1 : 08837 : 0·5879$.

Beobachtete Flächen: (100), (010), (001), (111).

Der Habitus der Krystalle ist bedingt durch die mehr oder weniger starke Entwicklung der drei Endflächen.

Spaltbarkeit ausgezeichnet parallel den Flächen (010).“

Schwerer als in Wasser und Alkohol löst sich die Säure in Äther. Ausserordentlich leicht wird sie schon in der Kälte von Aceton aufgenommen, aus welchem Lösungsmittel sie, nach frei-

willigem Verdunsten desselben, in hübschen Nadeln auskrystallisirt. In Ligroin ist sie unlöslich, sehr schwer löslich in Benzol. Aus heiss gesättigter salzsaurer Lösung fällt sie in Krystallen aus, die wesentlich aus scharf begrenzten, grossentheils sechseckigen Plättchen bestehen, worunter sich auch kurze Nadeln befinden. Letzteres Lösungsmittel eignet sich gut zum Umkrystallisiren der Substanz.

Beim Erhitzen in der Capillare zeigt sie folgendes Verhalten: Gegen 180° wird eine Spur eines gelblichen Sublimates bemerkbar, welches sich bei weiterem Erhitzen vermehrt und eine röthliche Färbung annimmt. Gleichzeitig beginnt die Substanz zu sintern. Bei 247·5° schmilzt sie scharf zu einer klaren, hellgelben Flüssigkeit.

Dieser Schmelzpunkt ist eigentlich derjenige des Anhydrids, da die Säure, worauf ich später zurückkommen werde, schon bei einer Temperatur von circa 110°, ohne zu schmelzen, allmälig in das Anhydrid überzugehen beginnt.

Das Verhalten der Säure gegen Metallsalzlösungen beobachtete ich an einer wässerigen Lösung derselben, welche ein Procent krystallwasserhältiger Säure enthielt.

Eisenchlorid in sehr verdünnter Lösung gibt die für alle den Protocatechusäurerest $C_6H_3(C—)(OH)(OH)$ enthaltende Körper charakteristische,[1] smaragdgrüne Färbung, welche auf Zusatz verdünnter Sodalösung successive in blau, violett und schliesslich roth umschlägt.

Bleizucker, und zwar ein Tropfen einer concentrirten Lösung, gibt einen flockigen, weissen Niederschlag, der sich beim Umschütteln wieder auflöst. Durch weiteren tropfenweisen Zusatz des Reagens entsteht eine mehr gelatinöse Fällung, welche durch Umschütteln nicht mehr in Lösung geht. Beim Kochen wird der Niederschlag krystallinisch und setzt sich auf dem Boden der Eprouvette ab.

Silbernitrat verursacht, in neutraler Lösung in der Kälte zugesetzt, keine Veränderung. Beim Erhitzen wird eine geringe, grauliche Trübung bemerkbar und nach längerem Stehen zeigt sich an der Wand der Eprouvette ein geringer Anflug von metalli-

[1] Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Bd. XIII, S. 2381.

schem Silber. Die ammoniakalische Lösung wird hingegen, bereits in der Kälte, sofort reducirt.

Eine neutrale Lösung von Kupfersulfat wird durch Zusatz der Normetahemipinsäure schon in der Kälte grünlich gefärbt. Nach längerem Stehen scheidet sich aus der Flüssigkeit rothes Kupferoxydul aus. Beim Kochen entsteht sofort der Niederschlag von Kupferoxydul.

Salpetersaures Quecksilberoxydul gibt in der Kälte sofort einen gelblichweissen, voluminösen Niederschlag, welcher sich im Überschuss des Reagens nicht löst. Durch anhaltendes Erwärmen verändert sich der Niederschlag, indem er eine schmutzigbräunliche Färbung annimmt.

Quecksilberchlorid und Chlorbaryum geben weder in der Kälte, noch beim Kochen eine Fällung.

Als ich Normetahemipinsäure im Trockenkasten auf 110° erhitzte, um zu sehen, ob sie bei dieser Temperatur das Krystallwasser abgibt, bemerkte ich, dass der Gewichtsverlust bei dem für ein Molekül H_2O erwarteten Betrag nicht stehen blieb, sondern darüber hinaus langsam zunahm. Ich steigerte die Temperatur des Trockenkastens auf 150° und fand, dass die Säure dabei in kurzer Zeit quantitativ in ihr Anhydrid übergeht.

0·2308 *g* lufttrockene Substanz verloren, auf 150° erhitzt, 0·0395 *g* an Gewicht.

In 100 Theilen:

Gefunden	Berechnet für den Verlust von 1 Molekül Krystallwasser + 1 Molekül Constitutionswasser
17·10	16·66.

Das auf diese Weise gewonnene Anhydrid lieferte bei der Verbrennung folgende Zahlen:

0·1913 *g* Substanz gaben 0·3745 *g* Kohlensäure und 0·0405 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_8H_4O_5$
C.....	53·39	53·33
H.....	2·35	2·22.

Das Anhydrid sublimirt in zarten, glänzenden, farblosen Nadeln, welche sich zu strahligen Aggregaten vereinigen. Der Beginn von Sublimation war im Trockenkasten schon bei einer Temperatur von 165° zu beobachten. Ich stellte keine grössere Menge des Sublimates dar, weil dabei der Verlust eines Theiles der Substanz nicht zu vermeiden ist und mir leider für meine Untersuchungen im Ganzen nur eine geringe Menge des kostbaren Materials zur Verfügung stand. Ich begnügte mich damit, so viel der Krystalle zu gewinnen, um damit eine Schmelzpunktbestimmung ausführen zu können, welche ergab, dass dieselben aus unverändertem Normetahemipinsäureanhydrid bestehen. Der Schmelzpunkt des Anhydrids ist, wie nach dem Voranstehenden selbstverständlich, mit dem an der Säure beobachteten identisch.

Saurer Äthylester. Zur Darstellung des sauren Äthylesters wurde Normetahemipinsäureanhydrid, welches durch Erhitzen von Normetahemipinsäure im Trockenkasten auf 150° bis zur Gewichtsconstanz erhalten worden war, 3 Stunden lang mit absolutem Alkohol am Rückflusskühler gekocht. Die alkoholische Lösung wurde im Vacuum über Schwefelsäure zur Trockene gebracht. Der in etwas gefärbten Nadeln hinterbliebene, rohe Ester zeigte bei recht schnellem Erhitzen den Schmelzpunkt 179 bis 180° unter gleichzeitigem lebhaften Aufschäumen. Ich krystallisirte den Ester aus Äther um, in welchem er schwerer löslich ist als in Alkohol. Einmaliges Auflösen und Einengen genügte, um ihn in vollkommen weissen, ganz kleinen, zu warzenförmigen Drusen vereinigten Säulchen zu gewinnen. Der Ester schmolz nun, ziemlich schnell erhitzt, unter gleichzeitigem, lebhaftem Aufschäumen, scharf bei 182°, welcher Schmelzpunkt nach nochmaligem Umkrystallisiren aus Äther unverändert blieb. Ich hebe den Umstand der ziemlich raschen Erhitzung bei der Schmelzpunktbestimmung hervor, weil der Ester sich je nach der Art der Erhitzens verschieden verhält, wie dies auch sonst bei vielen Sub-

stanzen, welche eine Zersetzung beim Erhitzen erleiden, beobachtet worden ist.

Bei äusserst langsamem Erhitzen beginnt die Substanz schon bei 174° zu sintern und schmilzt bereits bei 175°. Gleichzeitig zeigt sich in der Schmelze eine ruhige Gasentwicklung, welche bei fortgesetztem Erhitzen bis etwa 188° andauert. Wird die Wärmezufuhr nun unterbrochen, so erstarrt die Schmelze krystallinisch; der krystallinische Rückstand beginnt, von Neuem erhitzt, bei 228° zusammenzufliessen und ist erst bei 236° vollständig zu einer klaren Flüssigkeit geschmolzen.

Die Analyse erwies die Reinheit des vorliegenden Körpers:

0·2170 *g* Substanz gaben 0·4204 *g* Kohlensäure und 0·0850 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{10}H_{10}O_6$
C.....	52·83	53·09
H.....	4·35	4·42.

Der saure Normetahemipinsäureäthylester löst sich ziemlich leicht in kaltem Wasser, sehr leicht beim Erwärmen. In Ligroin ist er sowohl in der Kälte, als auch beim Erwärmen nahezu unlöslich. Äusserst leicht, und zwar schon in der Kälte wird er von Aceton aufgenommen. Sehr schwer löst er sich in Benzol.

Die Lösungen des Esters röthen blaues Lackmuspapier. Er gibt die charakteristische grüne Farbenreaction mit Eisenchlorid. Neutrale Silberlösung wird durch eine Auflösung des Esters erst beim Kochen reducirt, ammoniakalische Lösung scheidet schon in der Kälte metallisches Silber aus.

Neutraler Äthylester. Wasserfreie Normetahemipinsäure und der Rest des sauren Esters wurden in absolutem Alkohol gelöst, trockene gasförmige Salzsäure bis zur Sättigung durchgeleitet und die Lösung einen Tag lang stehen gelassen. Nach dem Abdampfen des Alkohols hinterblieb der Ester zunächst als Syrup, welcher sehr bald zu einem Kuchen von äusserst feinen, etwas gefärbten Nadeln erstarrte, die bei 145—147° schmolzen. Der rohe Ester wurde in Äther aufgenommen, die Lösung mit äusserst verdünnter Kalilauge geschüttelt und hierauf der Äther

freiwillig verdunsten gelassen. Der Ester krystallisirte in kleinen Nadeln vom Schmelzpunkte 148·5—149·5, die sich an der Wand des Gefässes unter Bildung blumenkohlartiger Gebilde völlig hinaufgezogen hatten. Das Effloresciren und die allzu grosse Löslichkeit in Äther machen das Umkrystallisiren des Esters aus diesem Mittel unvortheilhaft.

In verdünntem Alkohol ist er ebenfalls sehr leicht löslich und zeigt dessgleichen die Eigenschaft des Effloreszirens.

In Ligroin ist er auch beim Kochen unlöslich. In kaltem Benzol löste er sich und krystallisirte daraus in Nadeln, die indessen hartnäckig gefärbt blieben.

Nachdem ich mich durch einen vorhergehenden Versuch überzeugt hatte, dass der Ester durch Wasser selbst beim Aufkochen nicht verseift wird und die Löslichkeitsverhältnisse sich hier sehr günstig erwiesen, wendete ich schliesslich dieses Mittel zum Umkrystallisiren des Esters an. Beim Lösen in heissem Wasser sammelte sich der Rest der ihm noch anhaftenden Schmiere in Gestalt von Öltröpfchen an der Oberfläche der Flüssigkeit und wurde auf diese Weise leicht entfernt. Beim Abkühlen der Lösung krystallisirte der Ester in ausnehmend schönen, glänzenden, gestreiften Nadeln aus, welche die Länge von mehreren Centimetern erreichten und vollkommen farblos waren. Der Schmelzpunkt derselben lag bei 152°; derselbe zeigte sich nach nochmaligem Umkrystallisiren der Substanz unverändert.

Die Analyse lieferte folgende Zahlen:

0·2059 *g* Substanz gaben 0·4300 *g* Kohlensäure und 0·0992 *g* Wasser.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{12}H_{14}O_6$
C.....	56·96	56·69
H.....	5·35	5·51.

Der neutrale Normetahemipinsäureäthylester gibt gleich der freien Säure und dem sauren Ester die typische grüne Farbenreaction mit Eisenchlorid. Neutrale Silbernitratlösung reducirt er erst beim Kochen, ammoniakalische sofort schon in der Kälte.

Über einige Derivate des Paraphenylbenzophenons

von

Gustav Koller.

Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Im Jahre 1882 wurden von G. Goldschmiedt[1] einige neue Kohlenwasserstoffe durch Einwirkung von Zinkstaub auf ein Gemisch von Benzylchlorid und höhere aromatische Kohlenwasserstoffe dargestellt. Bei Anwendung von Diphenyl entstehen hiebei zwei isomere Benzyldiphenyle, von welchen eines sicher eine Para-, das zweite wahrscheinlich eine Orthoverbindung ist. Der Beweis für die Parastellung wurde durch die Oxydation des neuen Kohlenwasserstoffes erbracht, der hiebei zunächst in ein neues Keton, das Paraphenylbenzophenon, und dann in die bekannte Parabenzoylbenzoesäure übergeht.

Ich habe nach der Vorschrift von G. Goldschmiedt eine grössere Quantität des Paraphenylbenzophenons dargestellt und dasselbe eingehender untersucht.

Paraphenylbenzophenoxim.

Drei Gewichtstheile Parabenzophenon wurden nach der Vorschrift von Auwers in Alkohol gelöst und mit einer wässerigen Lösung von zwei Theilen salzsaurem Hydroxylamin und fünf Theilen Kalilauge zusammengebracht. Ein Theil des gelösten Ketones fällt hiebei aus und löst sich erst in der Wärme nach Zusatz von Alkohol wieder auf. Die Mischung wurde 10 Stunden am Rückflusskühler erhitzt, dann der grösste Theil des Alkohols

[1] Monatshefte, Bd. II, S. 437.

abgetrieben und der Rückstand mit Wasser verdünnt. Der sich bildende weisse Niederschlag wurde abfiltrirt, getrocknet und aus Alkohol umkrystallisirt. Man erhält weisse, nadelförmige Krystalle, die bei 193—194° schmelzen.

Bei der Analyse ergaben:

0·187 *g* Substanz 0·5728 *g* Kohlensäure und 0·1003 *g* Wasser, d. i. in 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{19}H_{15}NO$
C.....	83·42%	83·52%
H.....	5·95	5·45.

Bei der Stickstoffbestimmung ergaben 0·306 *g* Substanz bei 17° C. und 752° Barometerstand 13·75 cm^3 Stickstoffgas, d. i. in 100 Theilen:

Gefunden N = 5·16%, berechnet N = 5·11% für $C_{19}H_{15}NO$.

Die gefundenen Zahlen stimmen auf die Formel

$$C_6H_5—CHNO—C_6H_4—C_6H_5.$$

Diese Verbindung, die Paraphenylbenzophenoxim genannt werden kann, ist unlöslich in Wasser, leicht löslich aber in Alkohol und Äther. In concentrirter Schwefelsäure löst sie sich mit schwach violetter Farbe, die beim Erhitzen ins bräunlich-violette übergeht. Die Ausbeute ist nahezu quantitativ.

Um das der Theorie nach vorauszusehende stereochemisch isomere Oxim zu isoliren, wurden folgende Versuche angestellt:

I. Das Oxim wurde mit Alkohol und salzsaurem Hydroxylamin im Rohre sechs Stunden lang auf 160° erhitzt.[1]

II. Das Oxim wurde bei gewöhnlicher Temperatur durch Einwirkung von Hydroxylamin auf Keton in alkalischer Lösung gewonnen. Das Reactionsproduct wurde einmal aus Benzol, das zweitemal aus Äther und das drittemal aus Alkohol umkrystallisirt. Endlich versuchte man das in Eisessig gelöste Reactions-

[1] V. Meyer, Berl. Ber., Bd. XXI, S. 795.

product durch langsame Hinzugabe von Wasser in Fractionen auszufällen.[1]

III. In die Lösung des Oxims in Eisessig wurde unter Eiskühlung trockenes Salzsäuregas eingeleitet und die Lösung durch 60 Stunden sich selbst überlassen.[2]

Alle diese Versuche blieben ohne positiven Erfolg, d. h. es konnte keine isomere Verbindung mit constantem Schmelzpunkte dargestellt werden. Jedesmal aber wurden Fractionen mit unregelmässigen Schmelzpunkten (181—186°) gewonnen, die eine isomere Verbindung zu enthalten schienen und die stets bei circa 165° sinterten. Durch öfteres Umkrystallisiren schienen diese Fractionen langsam in das Oxim vom Schmelzpunkte bei 193° überzugehen, so dass es selbst nach mehrwöchentlichem Umkrystallisiren nicht gelingen wollte, constante Schmelzpunkte zu erhalten. Diese Fractionen wurden der Beckmann'schen Umlagerung unterworfen, ergaben aber dasselbe Umlagerungsproduct wie das ursprüngliche Oxim (Schmelzpunkt 193°).

Umwandlung des Paraphenylbenzophenoxims in das isomere Säureanilid.

Nach der von Beckmann angegebenen Methode wurden 2 *g* Oxim unter Zusatz von etwas Essigsäureanhydrid in Eisessig gelöst und in die Lösung getrocknetes Salzsäuregas eingeleitet. Die Flüssigkeit wurde dann in eine Glasröhre eingeschlossen und 3 Stunden lang auf 100° erhitzt. Beim Erkalten schieden sich weisse Krystalle aus, die bei 224° schmolzen, nachdem sie gewaschen und mehrmals mit Alkohol ausgekocht worden waren.

Bei der Verbrennung ergaben:

0·2198 *g* Substanz 0·6695 *g* Kohlensäure und 0·1155 *g* Wasser, d. i. in 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{19}H_{15}NO$
C.....	83·08%	83·52%
H.....	5·84	5·45.

[1] A. Hantzsch, Berl. Ber., Bd. XXIII, S. 2325.

[2] V. Meyer, Berl. Ber., Bd. XXI, S. 795.

Der neue Körper ist in Alkohol und Äther nahezu unlöslich. In concentrirter Schwefelsäure löst er sich in der Kälte mit lichtgelber Farbe, die beim Erwärmen in eine rosa Farbe übergeht und zuletzt bräunlichgelb wird.

Bei weiteren 2 *g* Oxim wurde die mit Salzsäure gesättigte essigsaure Lösung nicht in der verschlossenen Röhre erhitzt, sondern bei gewöhnlicher Temperatur durch 48 Stunden sich selbst überlassen. Auch in diesem Falle trat Krystallisation ein, und die Ausbeute war sogar besser als im vorhergehenden Falle.

Bei der Stickstoffbestimmung ergaben:

0·6456 *g* Substanz bei 14° C. und 760° Barometerstand 28 cm^3 Stickstoffgas, d. i. in 100 Theilen:

Gefunden N = 5·1%, berechnet N = 5·1% für $C_{19}H_{15}NO$.

Beim Einleiten des Salzsäuregases in die essigsaure Lösung erwärmt sich dieselbe. Verhindert man diese Erwärmung durch Eiskühlung und lässt dann die Lösung längere Zeit bei gewöhnlicher Temperatur stehen, so erhält man, wie bereits früher erwähnt wurde, ein Reactionsproduct, das seiner Hauptmenge nach bei 181—186° schmilzt, während die Bildung von isomerem Säureanilid nur nebenbei, und zwar in sehr geringer Menge vor sich geht.

Eine weitere Partie Oxim wurde in der von Hantzsch angegebenen Weise[1] in absolutem Äther gelöst und in einer Kältemischung mit Phosphorpentachlorid behandelt. Die Lösung, über Nacht sich selbst überlassen, zog allmälig Wasser an, wobei das Phosphorpentachlorid langsam zersetzt wurde. Die ätherische Lösung wurde mit Wasser ausgeschüttelt und abdunsten gelassen. Der Rückstand stellte ein scheinbar homogenes Product dar, das bei 215—216° schmolz und dessen Schmelzpunkt auch durch öfteres Umkrystallisiren nicht erhöht werden konnte. Um zu untersuchen, ob diese Verbindung verunreinigtes Säureanilid vom Schmelzpunkte 223° sei, wurde, sowie bei obigem Producte, die hydrolytische Spaltung nach den Angaben von

[1] A. Hantzsch, Berl. Ber., Bd. XXIV, S. 13.

A. Hantzsch[1] vorgenommen. Es wurden aber in beiden Fällen dieselben Spaltungsproducte erhalten.

Spaltung des Säureanilides.

Ein Theil Säureanilid wurde mit circa der zehnfachen Menge rauchender Salzsäure 6 Stunden lang im geschlossenen Rohre auf 160° erhitzt. Die salzsaure Lösung wurde dann mit Wasser verdünnt und mit Äther ausgeschüttelt. Der Rückstand der ätherischen Lösung zeigte nach dem Umkrystallisiren den Schmelzpunkt 219°.

Um eine Bestätigung der Annahme zu erhalten, dass diese Verbindung Paraphenylbenzoesäure

$$C_6H_5—C_6H_4—COOH$$

(Schmelzpunkt 218—219°) sei, wurde mit Kalk erhitzt und das erwartete Diphenyl thatsächlich als Zersetzungsproduct nachgewiesen.

Das Filtrat wurde mit festem kohlensauren Natron neutralisirt, wobei in geringer Menge seidenglänzende Krystalle einer basischen Substanz ausfielen, die sich an der Luft bräunten und trotz mehrmaligen Umkrystallisirens nur eine Schmelzlinie (54° bis 65°) zeigten.[2] In Folge der geringen Menge dieser Ausscheidung konnte keine weitere Untersuchung damit angestellt werden.

Die alkalische Lösung wurde mit Äther ausgeschüttelt; die ätherische Lösung abgedampft und die Anwesenheit von Anilin nachgewiesen durch die Gelbfärbung eines Fichtenspanes und durch das charakteristische Verhalten gegen Chlorkalklösung, Schwefelsäure und Kaliumchromat, sowie durch das gegen Bleisuperoxyd.

Das Resultat der Spaltung war bei beiden oben genannten Producten (Schmelzpunkt 224° und 216°) das gleiche, und man muss daher annehmen, dass dem gemeinsamen Ausgangsproducte, d. i. dem Oxime (Schmelzpunkt 193°) die Configuration

[1] Berl. Ber., Bd. XXIV, S. 13.

[2] Das aus dem isomeren Oxime bei dieser Reaction zu erwartende Paraphenylanilin schmilzt nach den Angaben von Schultz, Ann. B. 174, S. 212, und von Osten, Berl. Ber., Bd. VII, S. 170, bei 48—49°.

$$C_6H_5-C(=HO.N)-C_6H_4-C_6H_5$$

zukommt. Es stehen demnach die Hydroxylgruppe und das nicht substituirte Phenyl in Nachbarstellung. Nach der Theorie von A. Hantzsch und A. Werner[1] liegt also die stabile Modification oder die α-Form des Paraphenylbenzophenoxims vor.

Benzoyläther des α-Paraphenylbenzophenoxims.

Ein Theil Oxim wurde mit anderthalb Theilen Benzoylchlorid verrieben und auf dem Wasserbade so lange erhitzt, als noch Salzsäuregas entwich. Das Reactionsproduct wurde mit sehr verdünnter Kalilauge gewaschen, um das überschüssige Benzoylchlorid zu entfernen, und die wässerige Lösung mit dem darin suspendirten Niederschlage mit Äther ausgeschüttelt. Dadurch wurde das unangegriffene Oxim entfernt. Der weisse Rückstand löste sich nur in sehr viel Alkohol auf und fiel in feinen weissen Nadeln aus der Lösung aus. Die Krystalle schmelzen bei 193° und zeigen, mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, die Reactionen des Oxims.

Bei der Verbrennung ergaben:

0·2225 *g* Substanz 0·6708 *g* Kohlensäure und 0·1055 *g* Wasser, d. i. in 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{26}H_{19}NO_2$
C.....	82·29%	82·75%
H.....	5·26	5·04.

Bei der Stickstoffbestimmung ergaben 0·3421 *g* Substanz bei 16° C. und 750° Barometerstand 10·75 cm^3 Stickstoffgas, d. i. in 100 Theilen:

Gefunden N = 3·6%, berechnet N = 3·71% für $C_{26}H_{19}NO_2$.

Das Reactionsproduct besteht demnach aus dem Benzoyläther des Paraphenylbenzophenoxims und besitzt folgende Constitutionsformel:

[1] Berl. Ber., XXIV, S. 13.

$$C_6H_5—C_6H_4—\underset{\displaystyle C_6H_5}{\overset{|}{C}}=NO—COC_6H_5$$

Hydrazinverbindung des Paraphenylbenzophenons.

Ein Theil Paraphenylbenzophenon wurde in alkoholischer Lösung unter Zusatz von einigen Tropfen Eisessig mit der gleichen Menge Phenylhydrazin 20 Stunden lang am Rückflusskühler erhitzt. Der Alkohol wurde hierauf zur Hälfte abgetrieben. Beim Erkalten fiel eine schmierige, seidenglänzende Masse von rothbrauner Farbe aus. Um dieselbe vollständig von Essigsäure zu befreien, wurde sie in Alkohol gelöst und die Lösung in viel Wasser gegossen. Es fallen weissgelbe Flocken aus, die getrocknet und dann mit verdünntem Alkohol ausgekocht wurden. Ein Theil löst sich und färbt den Alkohol roth. Nach wiederholtem Extrahiren des immer heller werdenden Niederschlages gelingt es, denselben durch Umkrystallisiren aus absolutem Alkohol in gelben Nadeln zu erhalten.

Mit den Extracten fällt eine dunkelrothe amorphe Masse aus, die nicht näher untersucht wurde.

Bei der Analyse ergaben:

0·2673 *g* Substanz 0·843 *g* Kohlensäure und 0·139 *g* Wasser, d. i. in 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{25}H_{20}N_2$
C.....	86·04%	86·29%
H.....	5·76	5·74.

Bei der Stickstoffbestimmung ergaben 0·3104 *g* Substanz bei 15° C. und 742° Barometerstand 21·5 cm^3 Stickstoffgas, d. i. in 100 Theilen:

Gefunden $N = 7·9\%$, berechnet $N = 8·0\%$ für $C_{25}H_{20}N_2$.

Die gefundenen Zahlen stimmen auf die Formel

$$C_6H_5—C_6H_4—\underset{\displaystyle C_6H_5}{\overset{|}{C}}=N—NH—C_6H_5$$

Diese Hydrazinverbindung des Paraphenylbenzophenons ist unlöslich in Wasser, aber leicht löslich in Alkohol und Äther. In concentrirter Schwefelsäure gelöst, färbt sie dieselbe grün und in der Hitze gelb. Der Schmelzpunkt liegt bei 144°. Die Ausbeute ist weit ungünstiger als bei Bildung des Oxims.

Reduction des Paraphenylbenzophenoxims.

4 *g* Oxim wurden in 250 cm^3 Alkohol gelöst und bei einer Temperatur von 50—60° successive mit 100 *g* $2^1/_2$ procentigem Natriumamalgam behandelt. Dabei wurde die Flüssigkeit durch geringen, aber stetigen Zusatz von Eisessig schwach sauer erhalten. Das Reactionsproduct wurde in viel Wasser gegossen. Um Krystalle zu erhalten, wurde die wässerige Lösung so lange erhitzt, bis sich die Ausscheidung wieder aufgelöst hatte. Beim Erkalten fielen feine weisse Nadeln aus, die gewaschen und getrocknet bei 161° schmolzen.

Bei der Verbrennung ergaben:

0·2083 *g* Substanz 0·6030 *g* Kohlensäure und 0·1320 *g* Wasser, d. i. in 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{21}H_{21}NO_2$
C.....	78·92%	78·99%
H.....	7·0	6·6.

Es war demnach das erwartete essigsaure Salz der Aminbase.

$$C_6H_5—C_6H_4—\underset{\displaystyle NH_2CH_3COOH}{\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}}—C_6H_5$$

Das Salz ist löslich in ziemlich viel heissem Wasser, sowie leicht löslich in Alkohol und Äther. In Schwefelsäure gelöst, zeigt es die gleichen Eigenschaften wie die freie Base, d. h. es färbt kalte Schwefelsäure intensiv violett, heisse bordeauxroth und macht die Lösung auch schon in dünnen Schichten undurchsichtig.

Darstellung der freien Aminbase.

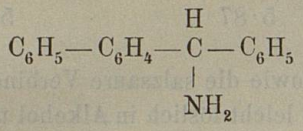
Das essigsaure Salz wurde in heissem Wasser gelöst und mit Kalilauge zersetzt. Die Base fiel aus und ging beim Ausschütteln mit Äther in die ätherische Lösung. Dieselbe wurde mit Atzkali getrocknet und im Vacuum eingeengt, Dabei krystallisirt die Base in feinen weissen Nadeln aus, die bei 77° schmelzen.

Bei der Verbrennung ergaben:

0·1988 *g* Substanz 0·6398 *g* Kohlensäure und 0·1230 *g* Wasser, d. i. in 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{19}H_{17}N$
C.....	87·76%	88·03%
H.....	6·87	6·56.

Die der Verbindung zukommende Formel ist



Dieselbe ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Äther. Die Farbenreactionen mit concentrirter Schwefelsäure wurden bereits erwähnt. Die Ausbeute aus dem Oxim ist nahezu quantitativ.

Das salzsaure Salz der Base.

In die ätherische Lösung der freien Base wurde trockenes Salzsäuregas eingeleitet. Das salzsaure Salz fiel dabei in weissen Nadeln aus, die unter Bräunung der Schmelze bei 252° schmelzen. Das trockene Salz, mit salpetersaurem Silber auf seinen Chlorgehalt geprüft, ergab in 0·4112 *g* Substanz

0·04854 *g* Chlor (0·1975 *g* Chlorsilber), d. i. in 100 Theilen:

Gefunden Cl = 11·89%, berechnet Cl = 11·98% für $C_{19}H_{18}NCl$.

Das Salz löst sich in viel heissem Wasser. In Schwefelsäure löst es sich in der Kälte mit einem leisen Anfluge von violetter Farbe. Beim Erhitzen zeigt es die Reaction der freien Base. Die bordeauxrothe Farbe geht aber nach einiger Zeit in eine blauschwarze über.

Das salpetersaure Salz der Base.

Aus den heissen Mutterlaugen, die sich bei der Chlorbestimmung ergaben, fiel beim Erkalten das salpetersaure Salz in weissen Nadeln aus, die bei 211° unter gleichzeitiger Zersetzung schmelzen.

Bei der Verbrennung ergaben:

0·2361 *g* Substanz 0·6138 *g* Kohlensäure und 0·1248 *g* Wasser, d. i. in 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{19}H_{17}NHNO_3$
C.....	70·9%	70·8 %
H.....	5·87	5·59.

Das Salz ist, sowie die salzsaure Verbindung löslich in viel heissem Wasser und leicht löslich in Alkohol und Äther. In kalter Schwefelsäure löst es sich mit bernsteingelber Farbe auf. Beim Erhitzen zeigt es das Verhalten der freien Base.

Das Platindoppelsalz.

Das salzsaure Salz wurde in heissem Wasser gelöst und die Lösung mit Platinchlorid versetzt. Beim Einengen fällt das gebildete Doppelsalz in gelben Nadeln aus, die bei 191° schmelzen und eine grüne Schmelze geben. Um den Wassergehalt zu ermitteln, wurde die lufttrockene Substanz bei 100° bis zur Gewichtsconstanz getrocknet. Die Gewichtsabnahme betrug 7·4% und entspricht einem Gehalt von 4 Molekülen Krystallwasser.

Bei der Analyse ergaben:

0·3800 *g* Substanz 0·6825 *g* Kohlensäure und 0·1305 *g* Wasser, d. i. in 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_{38}H_{36}N_2PtCl_6$
C.....	48·9 %	49·1 %
H.....	3·82	3·88.

Die Formel für die lufttrockene Verbindung ist also

$$2\left\{\begin{matrix} C_6H_5-C_6H_4-\overset{\overset{H}{|}}{C}-C_6H_5 \\ \underset{NH_2-HCl}{|} \end{matrix}\right\} PtCl_4+4H_2O.$$

Über die Darstellung der Homologen des Chinins

von

Ed. Lippmann.

Vorläufige Mittheilung aus dem chemischen Laboratorium des Prof. E. Lippmann in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Durch Erhitzen von Chlor und Jodhydrat des Methylanilins auf den Schmelzpunkt des Bleies gelang es bekanntlich A. W. v. Hofmann zuerst, das Anilin in Toluidin überzuführen. Ladenburg wendete eine ähnliche Methode zur Darstellung der Homologen des Pyridins an, indem er Alkylpyridiniumjodüre auf etwa 300° C. erhitzte. Claus und Mahlmann[1] behandeln die Jodalkylverbindungen des Chinins mit Kalilauge oder Barytwasser in der Wärme und erhalten auf diese Weise Methylchinin.

Als ich nach dieser letzteren Methode eine grössere Menge dieser Chinabase darstellen wollte, fand ich die Angaben von Claus und Mahlmann bestätigt. Leider liess die Ausbeute sehr zu wünschen übrig, da sich ein grosser Theil des Jodids der Einwirkung der Lauge entzieht und in der Lösung unverändert zurückbleibt. Ob durch Erhitzen unter Druck auf höhere Temperaturen das Erträgniss dieser Reaction gesteigert wird, soll versucht werden. Durch Ausschütteln mit Äther konnte ich nur geringe Mengen des Methylchinins erhalten, gleichgiltig ob mit verdünnter oder concentrirter Lauge kürzere oder längere Zeit erhitzt wird. Da das Molekül des Methylchinidiniumhydroxyds labiler erscheint als jenes des entsprechenden Jodids, so schien eine Umlagerung der ersteren Verbindung mehr Aussicht auf Erfolg zu haben. Durch Entjodung mittelst Silberoxyd wurde

[1] Berichte, 14.

das Ammoniumjodid in wässeriger Lösung in das entsprechende Hydroxyd überführt und dieses mit wässeriger Natronlauge unter Druck auf 140° C. erhitzt.

Hiebei bildet sich unter Wasserverlust Methylchinin:

$$C_{20}H_{24}N_2O_2CH_3HO = H_2O + C_{20}H_{23}(CH_3)N_2O_2.$$

Ob nun hier die Lauge wesentlich oder ob die Ammoniumbase für sich erhitzt dieselbe Umlagerung zeigt, soll weiteren Versuchen zur Entscheidung vorbehalten werden.

Zur Ausführung obiger Reaction wurde eine heisse wässerige Lösung des Jodids[1] mit überschüssigem Silberoxyd bis zur vollständigen Entjodung gekocht, filtrirt, etwas eingeengt und mit verdünnter Schwefelsäure bis zur schwach sauren Reaction versetzt. Hiebei fällt das in Nadeln krystallisirende, in kaltem Wasser schwer lösliche Sulfat. Dieses wurde abgesaugt, auf einer Thonplatte getrocknet und mit überschüssiger Natronlauge unter Druck auf 140° C. erhitzt. Der Röhreninhalt wurde mit Äther ausgeschüttelt, wobei eine reichliche Menge Methylchinin in Lösung ging.

Der wässerige Rückstand gab, mit Kalihydrat versetzt, keine Ausscheidung von unverändertem Jodid, während die ätherische Lösung ein mehr oder weniger gelb gefärbtes Öl hinterliess, welches alle ihm von Claus und Mahlmann zugeschriebenen Eigenschaften zeigte. Zur Identificirung wurde das Chloroplatinat, ein tiefgelb gefärbtes krystallinisches Salz dargestellt, welches, nachdem es mit verdünnter Salzsäure gewaschen, abgesaugt, lufttrocken analysirt wurde.

0·3579 *g* der wasserhältigen Verbindung verloren bei 110° C. 0·0175 *g* Wasser.

0·3404 *g* wasserfreier Substanz hinterliecsen geglüht 0·0883 *g* Platin.

0·3356 *g* bei 107° C. getrockneter Substanz gaben, mit Kupferoxyd verbrannt, 0·4141 *g* Kohlensäure und 0·1232 *g* Wasser.

---

[1] Eine Jodbestimmung ergab 27·4% Jod, während die Verbindung $C_{20}H_{24}N_2O_2CH_3J$ 27·25% verlangt.

	Gefunden	Berechnet für $C_{20}H_{23}(CH_3)N_2O_2PtCl_6H_2+2H_2O$
H_2O.....	4·88	4·6.

Die mit der getrockneten Substanz ausgeführten Analysen ergaben:

	Gefunden	Berechnet für $C_{20}H_{23}(CH_3)N_2O_2PtCl_6H_2$
C.....	33·65	33·71
H.....	4·0	3·74
Pt	25·94	26·01.

Eine eingehende Untersuchung des Methylchinins, sowie die Anwendung dieser Methode zur Darstellung der Homologen von China, Chinolin, Pyridinbasen bleibt hiermit vorbehalten.

BIBLIOTHEK
Nº
DER Wᵗ HANDELS-AKADEMIE

Über die α-Orthozinnsäure

von

Dr. G. Neumann.

Aus dem chemischen Institute der k. k. Universität in Graz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Nachstehend beschriebene Beobachtungen wurden gelegentlich von Versuchen gemacht, Germanium in den Mutterlaugen von Zinnsalz aufzufinden. Es schien von vornherein nicht unmöglich, dass in den Zinnerzen spurenweise Germaniumverbindungen vorkommen und dass solche sich in den Mutterlaugen des Zinnchlorürs soweit anhäufen können, dass nicht nur ihr Nachweis, sondern auch ihre Isolirung möglich ist.

Um etwa vorhandenes Germanium aufzufinden, verfuhr ich ähnlich wie es Winkler für die Gewinnung des Germaniumsulfids aus dem Argyrodit vorgeschrieben hat; es wurden die Ammoniumthiosalze dargestellt, diese mit der berechneten Menge Salz- oder Schwefelsäure zerlegt und das Filtrat von dem ausgeschiedenen Schwefelmetall mit überschüssiger Säure versetzt, welche Germaniumsulfid ausfällen soll.

In der That erhielt ich bei dem ersten Vorversuch, bei welchem die Lauge [1] mit einer zur Lösung fast ausreichenden Menge von gelbem Schwefelammonium erwärmt und dann in der erwähnten Weise fractionell mit titrirter Schwefelsäure gefällt wurde, nicht unerhebliche Mengen eines rein weissen Niederschlages, dessen äussere Eigenschaften ganz der Beschreibung von Winkler entsprachen, der beim Waschen mit schwefel-

[1] Ich erhielt diese durch Vermittlung des Herrn Prof. Skraup aus der chemischen Fabrik Wagenmann & Seybel in Liesing; sie besass ein specifisches Gewicht von 1·8 und enthielt nur geringe Beimengungen von Blei, Eisen und Kupfer.

wasserstoffhaltigem Alkohol bedeutend zusammenfiel, in Wasser etwas löslich war, dessen Lösung mit Metallsalzen die beschriebenen Reactionen gab, Schwefel enthielt u. s. f., so dass die Vermuthung, es liege Germaniumsulfid vor, gerechtfertigt erschien.

Trotz mannigfacher Abänderung wollte es später aber nicht mehr gelingen, die weisse Fällung wieder hervorzurufen, und dies veranlasste mich, andere Wege einzuschlagen, deren kurze Beschreibung wenigstens den Werth haben dürfte, Anderen Mühe zu ersparen.

Die Lauge wurde mit Zink in neun gleich grossen Antheilen ausgefällt. Die beiden äussersten und mittleren Antheile wurden mit Schwefel und Soda geschmolzen. Die fractionelle Fällung der Lösungen der Schmelzen ergaben bloss Zinnsulfid, auch die wässerigen Filtrate enthielten nichts Anderes.

Dieselben Fractionen mit Salpetersäure oxydirt, eingedampft, mit Wasser ausgekocht, die Lösungen verdampft, der Rückstand in Schwefelammonium gelöst und fractionell mit Säuren gefällt, zeigten ganz dasselbe.

Dasselbe negative Resultat gaben Versuche, das Ammoniumdoppelchlorid durch fortgesetzte Krystallisation zu spalten und aus den verschiedensten Fractionen ein weisses Sulfid zu gewinnen.

Endlich habe ich noch das aus der Zinnlauge mit Zink ausgefällte Metall im Chlorstrom in das Tetrachlorid übergeführt und letzteres fractionell destillirt, mit der Vorsicht, dass die bei der Darstellung und bei der Destillation entweichenden Dämpfe einen mit feuchten Glasperlen beschickten Absorptionsthurm durchstreichen mussten.

Aber weder aus diesem noch aus der Fraction 40°—113° der Destillation, bei welcher 300 *g* reines Zinntetrachlorid bei 113° hervorgingen, war auch eine Spur Germaniumsulfid zu gewinnen. Der bei der fractionellen Fällung letzt abgeschiedene Niederschlag, oxydirt und im Wasserstoffstrome geglüht, gab Zahlen, die auf ein Oxyd RO_2 mit dem Atomgewicht 109·36 passen, so dass die Anwesenheit irgend erheblicher Mengen von Germanium bestimmt ausgeschlossen werden kann.

Das als Hauptmenge erhaltene Zinnchlorid, in derselben Weise auf Zinnoxyd verarbeitet und dann analysirt, führte zu

dem Atomgewicht 118·10; es zeigte einen viel niedrigeren Siedepunkt, als ihn Bongartz und Classen[1] angeben.

In der Literatur[2] finden wir folgende Siedepunkte für Zinntetrachlorid mitgetheilt:

Autor	Druck	Siedepunkt
Andrews	752 *mm*	112·5° C.
Pierre	753	115·4
Hagen	755	112
Thorpe	760	113·89
Dumas	767	120
Bongartz und Classen	ohne Angabe	120.

Da diese Angaben ziemlich variiren und zum Theil von meiner Beobachtung abweichen, war eine nähere Untersuchung dieses Gegenstandes nöthig. Mehrere käufliche und selbst dargestellte, aber stets kurz vor der Siedepunktsbestimmung fractionirte Proben wurden in einem mit Dephlegmator und corrigirtem Thermometer[3] versehenen Kolben destillirt und die Vorlage während der Destillation mit einer Röhre verbunden, deren Schenkel, je nach dem im Inneren des Apparates gewünschten Druck, mehr oder weniger tief in Wasser tauchte. Die Druckröhre war von der Vorlage durch Chlorcalcium- und Ätzkalkröhren getrennt. Die Beobachtungen ergaben folgendes Resultat:

Druck	Wassersäule	Siedepunkt
725 *mm*	—	112° C.
730	67·5 *mm*	112 1/3
740	203·5	113
750	337·5	113 1/2
752	365·5	113 1/2
753	379·0	113 1/2
755	405·0	113 2/3
760	472·5	114
767	567·5	114 1/3
770	607·5	114 1/2

[1] Bongartz und Classen, Berichte der Deutschen chem. Ges., 1888, XXI *b*, 2903.

[2] Landolt und Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen.

[3] Es wurden fixirt der Schmelzpunkt des Schnees, der Siedepunkt des Wassers, des Anilins und des Naphthalins. Direct nach jeder Destillation wurde der Siedepunkt des Wassers controllirt. Die Ablesungen geschahen natürlich mit dem Fernrohr.

Es ist also hiermit erwiesen, dass von allen mit Druckangabe versehenen Siedepunkten des Zinntetrachlorids nur einer, und zwar der von Thorpe, richtig ist.

Das aus der Zinnlauge gewonnene Metall lieferte ein Bromid, dessen Siedepunkt bei 201° lag, eine Zahl, die mit den Angaben von Carnally und O'Shea und von Bongartz und Classen übereinstimmt.

Der aus der Zinnlauge einmal und nicht wieder erhaltene weisse schwefelhaltige Niederschlag gab oxydirt und im Wasserstoffstrom geglüht Zahlen, die auf das Atomgewicht 115·74 passen, war also trotz seines eigenthümlichen Verhaltens auch nur eine Zinnverbindung.

Seine Wiedererzeugung aus Zinntetrachlorid ist mir erst nach vielen vergeblichen Versuchen gelungen.

Fresenius[1] gibt an, dass ein weisser Niederschlag wie der beschriebene bisweilen entsteht, wenn man in Zinnchloridlösungen Schwefelwasserstoff einleitet; er hält diese Verbindung für ein Zinnsulfochlorid. Ähnliches beobachtete Barfoed;[2] er erhielt beim Einleiten von Schwefelwasserstoff in metazinnsaure Salze weisse Niederschläge.

Lässt man wenig Schwefelwasserstoff auf eine viel Ammoniumsulfat haltige Zinnchloridlösung wirken, so scheidet sich diese Zinnverbindung aus. Die besten Verhältnisse scheinen mir zu sein: ein Theil concentrirtes Schwefelwasserstoffwasser auf zwei Theile einer fünfprocentigen Zinnchloridlösung, vermischt mit vier Theilen gesättigter Ammoniumsulfatlösung. Der so entstandene Niederschlag ist rein weiss. Er enthält aber nach dem Waschen weder Schwefel, noch Chlor oder Ammoniak und muss daher als Zinnsauerstoffverbindung betrachtet werden. Um zu prüfen, welche Oxydationsstufe des Zinns vorliege, wurde die Substanz in verdünnter Salzsäure gelöst; sie löste sich schon in der Kälte auf, ist also keine Metazinnsäure. Diese Flüssigkeit gab mit Quecksilberchlorid nach einigem Stehen einen Niederschlag, welcher auf die Anwesenheit von Zinnoxydul schliessen

[1] Fresenius, Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse, 14. Aufl., 1874, 179.

[2] Barfoed, Kraut-Gmelin, Handbuch der anorgan. Chemie, 6. Aufl. 1875, 112.

liess. Dieses musste durch die reducirende Wirkung des Schwefelwasserstoffs entstanden sein.

Es war denkbar, dass nur Zinnoxydul gebildet würde, wenn der Sauerstoff der Luft bei der Bildung des Niederschlages gänzlich ferngehalten würde. Ein diesen Forderungen Rechnung tragender Versuch geschah in folgender Weise. Ein hoher Cylinder[1] war mit einem dreifach durchbohrten Stopfen verschlossen. Durch die eine Bohrung führte ein Heber, dessen innerer, nach oben wieder aufgebogener Schenkel bis zur Oberfläche des erzeugten Niederschlages reichte. In der zweiten Bohrung befand sich ein Tropftrichter und in der dritten ein rechtwinkelig gebogenes, unter dem Stopfen endendes Leitungsrohr, welches mit einem Kohlensäureentwicklungsapparat nebst Waschflaschen verbunden war.

In den Cylinder kam zunächst die Zinnchloridlösung, dann wurde der Stopfen mit dem am Ende mittelst Quetschhahn verschlossenen Heber aufgesetzt, alsdann der Rest des Cylinders mit Kohlensäure gefüllt und hierauf die Ammoniumsulfatlösung und das Schwefelwasserstoffwasser durch den Tropftrichter gegeben, indem der Stöpsel der Waschflaschen gelüftet und sowohl dieser, wie der Trichterhahn sofort nach dem vollendeten Einfliessen geschlossen wurde. Hatte der Niederschlag sich abgesetzt, so öffnete man den Quetschhahn am Heber und die über der Zinnverbindung stehende Flüssigkeit wurde durch die Kohlensäure herausgedrückt. Dann wurde wie vorher der Cylinder mit ausgekochtem Wasser gefüllt, der Inhalt umgeschüttelt und solange mit Wasser gewaschen, wie noch die abfliessende Flüssigkeit Schwefelsäure- oder Chlorreaction zeigte. Darauf wurde mit ausgekochtem absolutem Alkohol und schliesslich mit Äther gewaschen, welcher nach der Poleck-Tümmel'schen Methode[2] gereinigt war. Der Niederschlag kam dann in einen mit Kohlensäure gefüllten Exsiccator, welcher evacuirt wurde.

Nach dem völligen Trocknen wurde die Substanz, wie schon angegeben, auf Zinnoxydul untersucht. Sie enthielt davon nur wenig. Sie wurde nunmehr gepulvert und im Vacuum über Schwefelsäure bis zum constanten Gewicht belassen.

---

[1] F. Streintz und G. Neumann, Ann. der Physik und Chemie, 1890.

[2] Poleck und Tümmel, Berichte der Deutschen chem. Ges., 1889. XXII *b*, 2863.

Analyse: 1·0348 *g* Substanz lieferten 0·1223 *g* Wasser oder 11·72%; $SnO_2.H_2O$ verlangt 10·72% Wasser.

Es ist dies also dasselbe Hydroxyd, welches schon Weber[1] und Fremy[1] auf anderem Wege erhalten hatten.

Da dieses Hydroxyd ziemlich hygroskopisch erschien, wurde versucht, ob es nicht beim Liegen an der Luft in $SnO_2.2H_2O$ übergehe. Nach dreimonatlichem Liegen an der Luft, während welcher Zeit es täglich gewogen wurde, schwankte das Gewicht nur noch proportional dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Es wurde daher das niedrigste Gewicht während dieser Schwankungen bei der quantitativen Analyse berücksichtigt.

Analyse: 0·7267 *g* Substanz gaben beim Glühen im Luftstrom 0·1456 *g* Wasser ab oder 20·04%. Es blieben zurück 0·5825 *g* Zinnoxyd oder 80·21%.

	Gefunden	Berechnet für $SnO_2.2H_2O$
SnO_2	80·21%	80·66%
H_2O	20·04	19·34.

Da diese Verbindung sich leicht in Salzsäure löste und auch sonst die Eigenschaften der α-Zinnsäure hatte, ist sie die isomere Verbindung zu dem von Fremy untersuchten *m*-Zinnsäurehydrat $Sn(OH)_4$. Der geringe Gehalt an Zinnoxydul erklärt, wesshalb zu viel Zinnoxyd bei der Analyse gefunden wurde.

Dieselbe Zusammensetzung hat der Niederschlag, wenn er nach dem Auswaschen an freier Luft bis zum constanten Gewicht liegen bleibt. Da auch hier Schwankungen wahrnembar sind, habe ich das auftretende niedrigste Gewicht bei der Analyse in Rechnung genommen.

Analyse: 1·2517 *g* Substanz verloren beim Glühen im Luftstrom 0·2589 *g* Wasser oder 20·40% und es blieben zurück 0·9987 *g* Zinnoxyd oder 79·78%.

	Gefunden	Berechnet für $SnO_2.2H_2O$
SnO_2	79·78%	80·66%
H_2O	20·40	19·34.

[1] Weber und Fremy, Kraut-Gmelin, Handbuch der anorgan. Chemie, 6. Aufl., 1875, 109.

Also auch die so erhaltene Verbindung war α-Zinnsäurehydrat, und es ist somit erwiesen, dass das der Vierwerthigkeit des Zinns entsprechende Zinnhydroxyd $Sn(OH)_4$ in den zwei Modificationen in dem Metazinnsäurehydrat und dem Zinnsäurehydrat vorliegt.

Es erübrigt noch zu untersuchen, ob bei dem oben mitgetheilten Process nicht auch andere Alkalisalze an Stelle von Ammoniumsulfat mit demselben Erfolg angewendet werden können, und ob nicht des Ferneren der Zusatz von Schwefelwasserstoff gänzlich unterbleiben dürfte, ohne die Reaction zu beeinträchtigen. Die folgenden Schemata geben kurz Bericht über diese Untersuchungen und deren Resultate.

I. Zinnchloridlösung und Alkalisalz ohne Schwefelwasserstoff.

Alkalisalz gesättigte Lösung		5% Zinnchloridlösung	Nach dem Mischen	Nach 24 Stunden
100 *cm*³	KCl	50 *cm*³	klar	klar
100	NaCl	50	„	„
100	AmCl	50	„	„
300	K_2SO_4	150	nach kurzer Zeit weisser Niederschlag, sinkt langsam nieder	Niederschlag voluminöser als wenn mit H_2S versetzt
300	Na_2SO_4 ...	150		
300	Am_2SO_4 ..	150		
100	KNO_3 [1] ...	50	klar	Opalescenz (nach einigen Tagen trüb)
100	$NaNO_3$ ...	50	„	klar
100	$AmNO_3$ ...	50	„	„

II. Zinnchloridlösung und Alkalisalz mit Schwefelwasserstoff.

Alkalisalz gesättigte Lösung		Schwefelwasserstoffwasser conc.	5% Zinnchloridlösung	Nach dem Mischen	Nach 24 Stunden
100 *cm*³	KCl	25 *cm*³	50 *cm*³	Anfangs klare gelbe Lösung, später schwache Trübung	Schwacher gelber Niederschlag
100	NaCl	25	50		
100	AmCl ...	25	50		

[1] Barford, Löwenthal und Rose geben an, dass metazinnsaure Salze mit Alkalinitraten weiss gefällt werden (Kraut-Gmelin, Handbuch a. a. O.).

Alkalisalz gesättigte Lösung		Schwefelwasserstoffwasser conc.	5% Zinnchloridlösung	Nach dem Mischen	Nach 24 Stunden
300 *cm*³	K_2SO_4 . . .	75 *cm*³	150 *cm*³	sofort weisser Niederschlag, setzt sich rasch zu Boden	weisser Niederschlag
300	Na_2SO_4 . .	75	150		
300	Am_2SO_4 .	75	150		
100	KNO_3	25	50	klar	Trübung
100	$NaNO_3$ . .	25	50	„	Opalescenz
100	$AmNO_3$ . .	25	50	„	„

Die Einwirkung von Natriumsulfat und Ammoniumnitrat auf Zinntetrachlorid ist schon von Löwenthal[1] studirt worden. Bei ersteren habe ich den von diesem Forscher beschriebenen Effect beobachtet; mit Ammoniumnitrat konnte ich, trotz wiederholter Versuche mit mehreren Ammoniumnitratproben verschiedenen Ursprungs und, um gewiss keine Metazinnsäure dabei zu haben, mit frisch dargestellter fünfprocentiger Zinntetrachloridlösung auch nach 24stündigem Stehen keine Fällung entdecken. Da Löwenthal das Ausfällen von Zinnverbindungen mit Ammoniumnitrat für quantitativ-analytische Untersuchungen empfiehlt, erscheint mir diese Beobachtung sehr merkwürdig. Auch beim Erwärmen fiel erst nach längerer Zeit ein Niederschlag heraus.

Die Sulfate lieferten also mit und ohne Schwefelwasserstoff in Zinnchloridlösung deutliche weisse Niederschläge, daher wurden mit ihnen, behufs analytischer Untersuchung, die Proben in grösserem Massstabe angestellt. Die gut gewaschenen Fällungen zeigten alle *o*-Zinnsäurereaction und waren weiss, mit Ausnahme jener von Zinntetrachlorid und Ammoniumsulfat, welche zu gelblichgrauen opalartigen Stücken zusammenschrumpfte. Alle wurden fein pulverisirt an der Luft bis zum constanten Gewicht gelassen und analysirt:

Angewendete Substanz	Zinnoxyd Gewicht	Zinnoxyd Procent	Wasser Gewicht	Wasser Procent
$K_2SO_4+H_2S$ . . . . 1·9175 *g*	1·5270 *g*	79·63	0·3910 *g*	20·39
K_2SO_4 . . . . . 1·0185	0·8115	79·67	0·2080	20·42
$Na_2SO_4+H_2S$ . . . . 2·2757	1·8080	79·49	0·4738	20·82
Na_2SO_4 . . . . . 2·2423	1·7743	79·13	0·4691	20·92
$Am_2SO_4+H_2S$ . . . 1·2517	0·9987	79·78	0·2589	20·40
Am_2SO_4 . . . . . 2·2820	1·8504	81·08	0·4440	19·46

[1] Löwenthal, Journal für prakt. Chemie, 77, 324.

Diese Analysen sprechen also ebenfalls für die Formel $SnO_2 2H_2O$, denn diese Verbindung[1] enthält 80·66% SnO_2 und 19·34% H_2O.

Die Thatsache, dass nicht nur Metazinnsäure, sondern auch die sogenannte α-Zinnsäure als Orthoverbindungen bestehen können, ist nicht unwichtig. Die zwei Verbindungen unterscheiden sich nicht in den Zusammensetzungen, sondern im Molecular-gewichte, und entgegen neueren Ansichten ist die von Berzelius noch immer richtig, welcher Zinn- und Metazinnsäure als isomere Verbindungen (im jetzigen weiteren Sinne) angenommen hat.

---

[1] Die beschriebene Verbindung scheint identisch zu sein mit dem o-Zinnsäurehydrat, dem Fremy und Weber ihren Analysen gemäss die Formel geben: $3SnO_2, 7H_2O$ (Kraut-Gmelin, Handbuch, 1875, 109). In Graham-Otto's Lehrbuch der anorgan. Chemie, 2, II, 1273 wird diese Zusammensetzung als „sehr unwahrscheinlich" bezeichnet, eine Bemerkung, die mit der obigen Vermuthung sehr gut in Einklang zu bringen ist.

Quantitative Bestimmung des Carbonylsauerstoffes der Aldehyde und Ketone

von

Dr. H. Strache.

Aus dem Laboratorium für allgemeine und analytische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

(Mit 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 16. Juli 1891.)

Die Untersuchungen E. Fischer's[1] haben uns ein werthvolles Mittel an die Hand gegeben, die Aldehyde und Ketone durch die Bildung ihrer Phenylhydrazone qualitativ nachzuweisen. Substanzen, deren Phenylhydrazinverbindungen fest sind, können durch directe Wägung der letzteren mit einiger Annäherung auch quantitativ bestimmt werden. Die Aldehyde und Ketone der Fettreihe liefern jedoch zumeist ölige Hydrazone, und ist das Trocknen und Wägen derselben wohl mit einigen Schwierigkeiten verbunden.

Zufolge einer Anregung des Herrn Prof. Benedikt habe ich es daher unternommen, eine Methode ausfindig zu machen, welche ermöglicht, die Einwirkung des Phenylhydrazins auf Aldehyde und Ketone quantitativ zu verfolgen, auch wenn die gebildeten Hydrazone sich überhaupt nicht oder nicht in wägbarer Form abscheiden. Es sollte dies anfänglich durch acidimetrische Bestimmung der bei der Einwirkung eines Ketones auf ein Gemisch von salzsaurem Phenylhydrazin und essigsaurem Natron jedenfalls frei werdenden Essigsäure geschehen. Leider konnte kein Indicator gefunden werden, der in diesem Gemische

[1] Berl. Ber., XVII, 572.

den Übergang genügend scharf anzeigt.[1] Ebenso blieben andere Versuche zur Bestimmung der frei gewordenen Essigsäure[2] erfolglos.

Freies Phenylhydrazin in alkoholischer Lösung lässt sich unter Anwendung von Methylorange als Indicator mit Salzsäure titriren, doch ist der Übergang bei Gegenwart anderer Substanzen kein scharfer. Immerhin konnte hiemit nachgewiesen werden, dass freies Phenylhydrazin in alkoholischer Lösung auch bei Anwendung eines grossen Überschusses nicht quantitativ auf Aceton und auf Traubenzucker reagirt. Die Menge des zur Bildung des Hydrazones verbrauchten Phenylhydrazins ist von der Dauer des Erhitzens und von der Temperatur abhängig; sie betrug:

Für Aceton:

Art des Erwärmens	Dauer des Erwärmens	Percente des nach der Theorie berechneten Phenylhydrazinverbrauches
Bei gewöhnlicher Temperatur...	—	47—51
Wasserbad.....	10 Minuten	65—67
Wasserbad.....	4 Stunden	77
Im Druckfläschchen bei 100 bis 120°.....	1 Stunde	69—88

Für Glucose:

Bei gewöhnlicher Temperatur...	—	0
Kochen unter Rückfluss.....	2 Stunden	64·5
Druckfläschchen bei 120°.....	$2^1/_2$ Stunden	85

[1] Es wurden versucht: Lackmus, Phenolphtaleïn, Methylorange, Fluoresceïn, Galleïn, Kongoroth, Lackmoid, Hämatoxylin.

[2] Lösen von $CaCO_3$ in dem Reactionsgemische und Zurückwägen des Ungelösten; Zusatz von titrirtem Ammoniak und Abdestilliren des Überschusses; Zusatz einer bestimmten Menge freien Phenylhydrazins, Ausschütteln des Überschusses mit Äther, der ätherischen Lösung mit titrirter Schwefelsäure und Zurücktitriren des Überschusses der letzteren.

Da die Titration mit Salzsäure bei Gegenwart von Essigsäure oder essigsaurem Natron nicht durchführbar ist und doch die Anwesenheit eines dieser Körper wesentlich zur Vervollständigung der Reaction nothwendig zu sein scheint, so war ich gezwungen, eine andere Art der Bestimmung des überschüssig zugesetzten Phenylhydrazins zu suchen.

E. v. Meyer[1] verwendet eine jodometrische Methode, die, wie ich mich überzeugt habe, für freies oder salzsaures Phenylhydrazin sehr gute Resultate liefert, jedoch für ein Gemisch von salzsaurem Salz mit essigsaurem Natron zu niedrige Zahlen (66·1—67·6% statt 72·8%) gibt.

Dagegen ist das Verhalten des Phenylhydrazins und seiner Salze gegen Fehling'sche Lösung gut zur quantitativen Bestimmung des ersteren neben den verschiedensten anderen Substanzen verwendbar.

1 Mol. $C_6H_5NH.NH_2$ reducirt nicht ganz 3 Mol. CuO (gefunden 211·0, 212·3, 208·7% des angewandten Phenylhydrazins an CuO, berechnet 219·4), und bei Anwendung eines Überschusses von Fehling'scher Lösung entweicht sämmtlicher Stickstoff gasförmig und kann aufgefangen und gemessen werden. Wendet man siedend heisse Fehling'sche Lösung an, so erfolgt die Gasentwicklung rasch und glatt.

Quantitative Bestimmung des Phenylhydrazins.

Ich verwende zur Zersetzung den beigezeichneten Apparat, bestehend aus einem 100 cm^3 fassenden, in 0·2 cm^3 getheilten Messrohr mit angeschmolzenem Glashahn und Trichter und einer 150—200 cm^3 fassenden kugelförmigen Erweiterung am unteren Ende. Der Apparat wird am bequemsten durch Aufsaugen mittelst der Pumpe mit Quecksilber bis zum Hahn gefüllt, die Phenylhydrazin enthaltende, heisse oder kalte Lösung in den Kugeltrichter gebracht, durch Öffnen des Hahnes eingelassen und mit heissem Wasser nachgespült.

Die Fehling'sche Lösung wird durch Mischen von 50 cm^3 einer Kupfervitriollösung (70 g $CuSO_4 + 5\,H_2O$ im Liter) mit 50 cm^3 einer alkalischen Seignettesalzlösung (350 g Seignette-

[1] Journ. f. prakt. Ch., 36 (N. F.), 115.

salz und 260 *g* KOH im Liter) hergestellt, zum Sieden erhitzt und auf ähnliche Weise eingeführt. Es beginnt sogleich eine lebhafte Gasentwicklung unter Ausscheidung von Kupferoxydul. Die gesammte wässerige Flüssigkeit muss in der unteren Kugel Platz finden und muss nach Beendigung der Reaction im durchfallenden Lichte deutlich blau gefärbt erscheinen; ist sie farblos oder grünlich, so ist eine neue Quantität Fehling'scher Lösung zuzusetzen. Man verdrängt dann zur bequemeren Handhabung des Apparates das in der Kugel befindliche Quecksilber durch Zufliessenlassen von kaltem Wasser, bringt den Apparat in Wasser, worauf die specifisch schwerere Fehling'sche Lösung ausfliesst und Wasser dafür eintritt, und liest nach zwei Stunden ab.

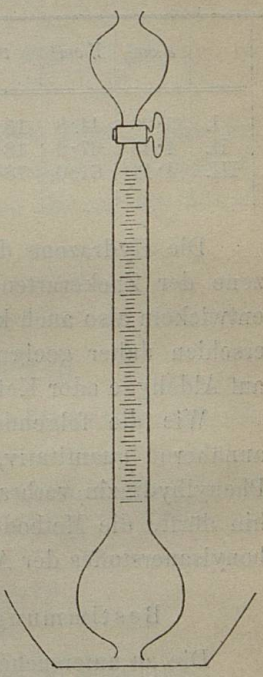


Fig. 1.

Reines salzsaures Phenylhydrazin[1] lieferte die nachstehenden Resultate:

s g Substanz ergaben *V cm³* Stickstoff bei *t°* und B_0 *mm* Barometerstand; *N* = Gewicht des entwickelten Stickstoffes.

	s g	*V cm³*	*t°*	B_0 *mm*	*N g*	gefunden % N			berechnet
I.	0·1107	18·6	12·5	742·0	0·0215	19·41			
II.	0·0387	14·9	18·0	742·0	0·0168	18·95			
III.	0·2914	48·8	20·5	743·4	0·0546	18·71	Mittel	nach Kjeldahl	nach der Formel $C_6H_5NH.NH_2.HCl$
IV.	0·5508	95·2	15·5	743·4	0·1087	19·75			
V.	0·3087	67·1	18·8	747·0	0·0758	19·03	19·33	19·37	19·43
VI.	0·1564	78·4	18·8	748·0	0·0886	19·5			
VII.[2]	1·1724	103·02	19·3	752·4	0·1170	19·95			

[1] Eine Chlorbestimmung gab 24·39% Cl. (ber. 24·53).

[2] Das salzsaure Phenylhydrazin wurde bei der Bestimmung VII mit 1·5 *g* essigsaurem Natron circa 1 Stunde am Wasserbade erwärmt, auf 100 *cm³* verdünnt und 50 *cm³* davon im Apparat zersetzt.

Die Untersuchung einer Lösung von freiem Phenylhydrazin in Alkohol ergab (s = angewendetes Volum der Lösung):

	$s\ cm^3$	$V\ cm^3$	$t°$	$B_0\ mm$	$N\ g$	gefunden % Phenylhydrazin	
I.	3·00	44·8	15·7	741·2	0·0509	6·53	nach der Methode
II.	4·45	67·2	18·5	742·5	0·0756	6·54	von E. v. Meyer
III.	4·11	61·0	18·5	745·4	0·0688	6·44	6·46, 6·42, 6·44

Die Hydrazone der Aldehyde und Ketone, sowie die Osazone der Zuckerarten reduciren Fehling'sche Lösung nicht, entwickeln also auch keinen Stickstoff; die vorstehende Methode erschien daher geeignet, die Einwirkung des Phenylhydrazins auf Aldehyde oder Ketone zu studiren.

Wie die folgende Untersuchung zeigt, verläuft dieselbe annähernd quantitativ, in mehreren Fällen wurde etwas mehr Phenylhydrazin verbraucht, als der Theorie entspricht. Immerhin dürfte die Methode zur quantitativen Bestimmung des Carbonylsauerstoffes der Aldehyde und Ketone verwendbar sein.

Bestimmung des Carbonylsauerstoffes.

Die zu untersuchende Substanz (0·1—0·5 g) wird in einem 100 cm^3-Kolben mit einer genau gewogenen Menge von reinem salzsauren Phenylhydrazin in nicht zu grossem Überschuss und dem 1·5fachen Gewichte krystallisirten essigsauren Natrons versetzt, bis nahezu 100 cm^3 mit Wasser aufgefüllt und einige Minuten auf dem Wasserbade erwärmt. Nach dem Erkalten füllt man bis zur Marke, hebt 50 cm^3 der Flüssigkeit heraus und bringt dieselben im oben beschriebenen Apparat mit heisser Fehling'scher Lösung zusammen.

Die Menge des Hydrazinsalzes ist womöglich so zu bemessen, dass thunlichst wenig Stickstoff entwickelt wird, da im gegentheiligen Falle der Fehler bei der Reduction des Gasvolumens zu gross werden kann.

Aus dem auf 0° und 760 mm reducirten Volumen V_0 berechnet sich der Gehalt an Carbonylsauerstoff wie folgt:

1 g reines, salzsaures Phenylhydrazin entwickelt 154·63 cm^3 Stickstoff (0°, 760 mm). Daher wäre g. 154·63 das aus dem an-

gewandten Gewichte g des Hydrazinsalzes resultirende Volum Stickstoff. Ein Atom Carbonylsauerstoff verbraucht zur Bildung eines Hydrazones ein Molekül Phenylhydrazin:

$$\begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix}\!\!>\!CO + H_2N.NHC_6H_5 = \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix}\!\!>\!C:N.NHC_6H_5 + H_2O,$$

für je 1 Atom (15·96 Gewichtstheile) desselben werden daher um 2 Atome (28·02 Gewichtstheile) Stickstoff weniger entwickelt, als bei Abwesenheit des Ketones. Da aber von 100 cm^3 nur 50 cm^3 verwendet wurden, so ist

$$g.154·63 - 2V_0$$

das vom Keton zurückgehaltene Volum und

$$(g.154·63 - 2V_0).0·0012562\ g$$

das zurückgehaltene Gewicht Stickstoff. Daraus ergibt sich der procentische Gehalt an Carbonylsauerstoff:

$$O = (g.154·63 - 2V_0).0·0012562 \cdot \frac{15·96}{28·02} \cdot \frac{100}{s}\ \%$$

oder

$$O = (g.154·63 - 2V_0)\frac{0·07178}{s}\ \%,$$

wenn s das Gewicht der angewandten Substanz bezeichnet.

In der nachstehenden Tabelle sind die bisher erhaltenen Resultate zusammengefasst.

Substanz	Formel	$s\,g$	$g\,g$	$V cm^3$	$t°$	$B_0 mm$	$g.154·63 - 2V_0$	% O gef.	% O ber.
Phtalaldehydsäure[1]	$C_6H_4\{COOH, CHO\} + H_2O$[2]	0·2687	0·4309	18·5	19·7	747·5	33·2	8·87	9·52
Opiansäure[1]	$C_6H_2\{(OCH_3)_2, COOH, CHO\}$	0·5028	0·7808	36·3	23·8	746·1	56·9	8·12	7·61

[1] Herr Prof. Goldschmiedt hatte die Freundlichkeit, mir Proben dieser Substanzen zu überlassen.

[2] Die Säurezahl (gef. 325) bestätigte die Anwesenheit eines Moleküls Krystallwasser (ber. für $C_8H_6O_3$ 373, für $C_8H_6O_3 + H_2O$ 333).

Substanz	Formel	$s\,g$	$g\,g$	Vcm^3	$t°$	$B_0\,mm$	$g.154{\cdot}63 - 2V_0$	% O	
								gef.	ber.
Glyocalschwefligsaures Natron[1]	CHO | 2NaHSO$_3$ CHO	0·4051	1·0823	55·8	19·0	747·5	66·0	11·85	12·02
Aceton[2] Sd. 56—58° bei 740 *mm*	$(CH_3)_2CO$	0·3442	1·2196	35·0	22·0	744·4	126·8	26·44	27·59
Acetophenon Sd. 198—204°	$CH_3.CO.C_6H_5$	0·2847 0·4007 0·3972	0·8446 1·0044 1 0434	39·5 42·7 45·7	17·4 19·2 19·4	748·0 744·2 744·2	58·8 78·9 79·5	14·82 14·13 14·62	13·33
Papaveraldin[1 3]	$C_6H_3(OHC_3)_2$ | CO | $C_9H_4N(OCH_3)_2$	0·3802	0·4313	9·1	20·5	744·4	26·24	4·95	4·53
Acetessigester Sd. 175—181°	CH_3 | CO | $CH_2.COOC_2H_5$	0·4034 0·3862	0.5971 0·6827	6·3 16·2	23·4 23·8	746·2 744·4	81·1 77·2	14·43 14·35	12·31
Dioxyweinsäure	CO.COOH | +2H$_2$O CO.COOH	0·2841	0·8254	27·7	19·8	747·3	78·0	19·71	17·58

Quantitative Bestimmung des Acetons.

Das Verfahren eignet sich zur quantitativen Bestimmung des Acetons. Man verwendet eine solche Menge der zu unter-

[1] Herr Prof. Goldschmiedt hatte die Freundlichkeit, mir Proben dieser Substanzen zu überlassen.

[2] Das Aceton wurde in einem dünnwandigen Glaskügelchen gewogen und in einer Porzellanschale unter der wässerigen Lösung des Hydrazinsalzes und des essigsauren Natrons mittelst eines Pistilles zerdrückt, im 100 cm^3-Kolben erwärmt und dann wie oben weiter behandelt. Die Differenz von 1·15% ist erklärlich, da auch bei dieser Einführung des reinen Acetons ein kleiner Verlust durch Verdunsten (erkennbar durch den Geruch) unvermeidlich ist. Wie weiter unten gezeigt werden soll, wurden mit wässerigen Lösungen von Aceton gute Resultate erhalten.

[3] Das Papaveraldin (wasserunlöslich) wurde in starker Essigsäure gelöst, auf 250 cm^3 verdünnt, davon 50 cm^3 genommen. Daher ist hier die in Reaction getretene Stickstoffmenge: $g.154{\cdot}63 - 5V_0$.

suchenden Lösung, dass womöglich 0·1—0·5 *g* Aceton vorhanden sind, aber nicht mehr als 100 cm^3. Im Übrigen verfährt man wie bei der Bestimmung des Carbonylsauerstoffes. Der Gehalt an Aceton (A) in Grammen ausgedrückt ergibt sich dann aus der Formel:

$$A = (g.154 \cdot 63 - 2V_0).0 \cdot 0012562 \frac{57 \cdot 87}{28 \cdot 02} g,$$

worin 57·87 das Moleculargewicht des Acetons ausdrückt, oder

$$A = (g.154 \cdot 63 - 2V_0).0 \cdot 002595\, g.$$

Die Methode ist noch bei sehr grosser Verdünnung brauchbar, und Spuren von Aceton können sicher neben anderen Substanzen (Alkohol, Methylalkohol, Essigsäure etc.) nachgewiesen werden. Die Resultate der Analysen mehrerer Lösungen von 3·14—0·00314% Acetongehalt sind:

(*s* = angewendetes Volum der Lösung, die übrigen Bezeichnungen sind dieselben wie auf Seite 527.)

s cm^3	*g g*	*V* cm^3	*t*°	B_0 *mm*	$g.154 \cdot 63 - 2V_0$	% Aceton gefunden	
10	1·1424	28·0	17·9	751·3	125·7	3·26	nach der Methode von Messinger:[1] 3·14
10	1·3886	53·0	18·9	753·4	118·7	3·08	
50	0·2032	8·7	19·3	753·3	15·6	0·0810	0·0628[2]
100	0·0220	1·2	17·5	752·4	1·2	0·0031	0·00314

Voraussichtlich ist diese Art der Acetonbestimmung überall anwendbar, wo keine anderen Ketone oder Aldehyde und keine oxydirend auf das Phenylhydrazin einwirkenden Substanzen vorhanden sind, und dürfte sich dieselbe namentlich bei der Analyse des Holzgeistes, des Harnes u. dergl. bewähren, denn die Messinger'sche Methode, welche auf der massanalytischen Bestimmung der zur Bildung von Jodoform nöthigen Jodmenge

[1] Berl. Ber., XXI, 3366.

[2] Enthielt ausserdem 2% Alkohol.

beruht, ist nur bei Abwesenheit solcher Substanzen, die in alkalischer Lösung mit Jod reagiren, verwendbar, wesshalb in vielen Fällen eine vorhergehende Isolirung des Acetons durch Destillation nöthig ist.[1]

Andere Ketone und Aldehyde (Acetaldehyd, Chloral, Ameisensäure [?]) werden sich vermuthlich auf gleichem Wege quantitativ bestimmen lassen.

Die Untersuchung wird fortgesetzt.

---

[1] Einfluss des Äthylalkohols, siehe Chem. Ztg., 1891.

Über eine neue aus dem Pyridin erhaltene Base

von

Franz v. Hemmelmayr.

Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. deutschen Universität in Prag.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juli 1891.)

Vor nicht ganz einem Jahre erhielt Lösekann[1] durch Einwirkung von Chlorwasserstoff auf Formaldehyd einen eigenthümlichen Körper, dem er den Namen Chlormethylalkohol beilegte und der auch einige Zeit von der Firma „Merklin und Lösekann" in Hannover in den Handel gebracht wurde. Diese Verbindung, die in ihrem Verhalten grosse Ähnlichkeit mit den Alkylhalogenen hat, ist wie dies Lösekann auch gleich nach seiner Entdeckung aussprach, ungemein reactionsfähig, besonders solchen Verbindungen gegenüber, die Alkohol- oder Ammoniakreste enthalten.

Wie ich bereits früher[2] einmal mitgetheilt habe, entstehen bei der Einwirkung von Chlormethyalkohol auf Harnstoffe die Methylen-Derivate derselben.

Es erschien mir nun einladend zu untersuchen, wie sich stickstoffhältige Kerne gegenüber dem Chlormethylalkohol verhalten würden und habe ich dieses Mal das Pyridin zum Ausgangspunkte der Untersuchung gewählt und ist es mir gelungen, ein Additionsprodukt desselben zu erhalten.

Im Folgenden sei nun ein Bild des Reactionsverlaufes gegeben, woran ich eine Beschreibung des entstandenen Productes schliessen will.

---

[1] Chem. Zeit., 14; 1408—1409.

[2] Monatshefte f. Chemie, XII, 89

Pyridin und Chlormethylalkohol wirken sehr heftig aufeinander ein, so dass es bei raschem Eingiessen des letzteren sehr leicht vorkommen kann, dass ein Theil der Flüssigkeit aus dem Gefässe geschleudert wird.

Es ist desshalb nothwendig, durch sorgfältiges Kühlen die Reaction zu mässigen.

Schon beim Zusammenbringen mit den ersten Tropfen Chlormethylalkohol scheidet sich eine röthlichbraun gefärbte, dicke, ölige Flüssigkeit aus, die mit der zugesetzten Menge wächst, bis schliesslich die ganze Masse sich in einen dicken, dunkelroth gefärbten Syrup verwandelt hat, womit das Ende der Reaction erreicht ist. Es tritt dies ein, wenn man beiläufig das gleiche Gewicht Chlormethylalkohol zum Pyridin hinzugefügt hat.

Lässt man diesen Syrup längere Zeit in der Kälte stehen, so wird er krystallinisch, es gelingt jedoch nicht, die Krystalle zu isoliren und durch Umkrystallisiren zu reinigen, da sie ungemein hygroskopisch sind und bei längerem Stehen bei Zimmertemperatur in halbwegs feuchter Luft wieder zerfliessen.

Zur Reinigung wurde das Reactionsproduct desshalb mit Alkohol vorerst etwas abgespült, hierauf in demselben gelöst, die Lösung abgedampft und der zurückbleibende Syrup in Wasser aufgenommen.

Aus dieser Lösung, liessen sich durch eine Reihe von Salzen, wie auch von Säuren schön krystallisirte Verbindungen ausscheiden, die zur Charakterisirung des entstandenen Körpers dienten.

Einige von ihnen will ich nachstehend beschreiben.

1. Doppelverbindung mit Quecksilberchlorid.

Fügt man zu der oben erwähnten wässerigen Lösung Sublimatlösung hinzu, so entsteht sofort ein weisser, dichter Niederschlag, der sehr bald in die krystallinische Form übergeht.

Löst man diesen Niederschlag in heissem Wasser, so scheiden sich beim Erkalten glänzende, schwach röthlich gefärbte Blättchen ab, die auf der Saugpumpe filtrirt und mit Alkohol und Äther gut gewaschen wurden.

Bei der Analyse ergaben sich folgende Werthe:

I. 0·4715 *g* Substanz gaben 0·2642 *g* HgS, entsprechend 0·22775 *g* Hg oder 48·30% Hg.

II. 0·5435 *g* Substanz gaben 0·3040 *g* HgS, entsprechend 0·26207 *g* Hg oder 48·21% Hg.

Nehmen wir nun an, es habe in der That eine Anlagerung von Chlormethylalkohol an das Pyridin stattgefunden, so hätte dieser Körper offenbar die Formel:

$$C_5H_5N.CH_2OH.Cl,$$

und die Formel der Doppelverbindung mit dem Sublimat müsste im einfachsten Falle sein:

$$C_5H_5N.CH_2.OHCl.HgCl_2.$$

Mit dieser Formel stehen auch wirklich die obigen Analysen im Einklang.

Denn es sind in 100 Theilen:

	I.	II.	Theorie für $C_5H_5NCH_2OHClHgCl_2$
Hg	48·30	48·21	48·02.

Diese Doppelverbindung mit Sublimat ist in kaltem Wasser schwer, in heissem aber ziemlich leicht löslich. Der Schmelzpunkt liegt bei 162° C.

2. Doppelverbindung mit Platinchlorid.

Auf Zusatz von Platinchlorid zur wässerigen Lösung des Reactionsproductes erhält man einen gelben Niederschlag, der sich aus heissem Wasser gut umkrystallisiren lässt.

Eine Analyse lieferte folgenden Werth:

0·2974 *g* Substanz gaben 0·0915 *g* Pt.

Demnach sind in 100 Theilen:

	Gefunden	Theorie für $(C_5H_5NCH_2OHCl)_2PtCl_4$
Pt	30·76	30·99.

Das Platindoppelsalz bildet schön ausgebildete, gelbe, prismatische Krystalle, die sich in kaltem Wasser schwer, in heissem aber ziemlich leicht lösen. Der Schmelzpunkt liegt bei 216° C.

3. Verbindung mit Pikrinsäure.

Eine kalt gesättigte Lösung von Pikrinsäure wurde zur wässerigen Lösung der chlorwasserstoffsauren Verbindung hinzugegeben. Es entstand ein gelber Niederschlag, der filtrirt, gewaschen und in heissem Wasser gelöst wurde. Beim Erkalten schieden sich sehr schöne lange Prismen aus, die nochmals umkrystallisirt und dann zur Analyse verwendet wurden.

I. 0·523 *g* Substanz lieferten 0·1454 *g* H_2O und 0·821 *g* CO_2, entsprechend 0·01616 *g* H und 0·2239 *g* C.

II. 0·3308 *g* Substanz gaben 51 cm^3 feuchten Stickstoff bei 24° C. und 746 *mm* Barometerstand, entsprechend 0·056105 *g* N.

Es sind demnach in 100 Theilen:

	Gefunden	Theorie für $C_5H_5N.CH_2OH.C_6H_2(NO_2)_3O$
C	42·81	42·60
H	3·09	2·96
N	16·96	16·57
O (aus der Differenz)	37·14	37·87.

Der Schmelzpunkt des Pikrates liegt bei beiläufig 200° C.

4. Verbindung mit Salpetersäure.

Zur Herstellung dieser Verbindung wurde zur salzsauren Base, wie sie aus dem Chlormethylalkohol und dem Pyridin erhalten worden, solange Silbernitratlösung hinzugefügt, bis die Salzsäure genau ausgefällt war.

Die vom Chlorsilber abfiltrirte Flüssigkeit wurde auf dem Wasserbade eingedampft, der Rückstand in Alkohol gelöst und zur so erhaltenen alkoholischen Lösung Äther im Überschuss zugesetzt. Die Flüssigkeit trübte sich anfangs milchig, bald aber schieden sich farblose, gut ausgebildete, prismatische Krystalle aus.

Eine mit diesen Krystallen vorgenommene Stickstoffbestimmung lieferte folgendes Resultat:

0·5565 *g* Substanz gaben 85 cm^3 feuchten Stickstoff bei 23° C. und 735 *mm* Barometerstand, entsprechend 0·09256 *g* N.

Demnach enthalten 100 Theile:

	Gefunden	Theorie für $C_5H_5N.CH_2OH.NO_3$
N.....	16·63	16·28.

5. Verbindung mit Schwefelsäure.

Eine Verbindung mit Schwefelsäure konnte nicht in Krystallgestalt erhalten werden. Es wurde zwar in analoger Weise wie beim Nitrat vorgegangen, allein auch durch Zusatz von Äther schied sich die Verbindung bloss in Form eines Syrups aus.

Ebenso resultatlos war ein Versuch, den Syrup durch Stehen im Vacuum über concentrirter Schwefelsäure zum Krystallisiren zu bringen.

Aus den analytischen Resultaten aller dieser Verbindungen geht wohl hervor, dass der Körper, der beim Zusammenbringen von Pyridin mit Chlormethylalkohol entsteht, das durch directe Addition gebildete Chlorid einer quaternären Base ist.

Es ist mir zwar nicht gelungen, dieses chlorwasserstoffsaure Salz derart zu isoliren, respective so rein zu erhalten, wie es zu einer Analyse nöthig gewesen wäre, allein die durchaus sehr schön krystallisirenden Doppelverbindungen mit Sublimat, Platinchlorid etc. beweisen zur Genüge, dass es wirklich existirt. Die Formel desselben wäre dann, wie bereits früher erwähnt wurde:

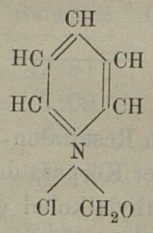
$$C_5H_5N.CH_2OH.Cl.$$

Um die freie Base selbst darzustellen, wurde zur salzsauren Verbindung in wässeriger Lösung frisch bereitetes Silberoxyd gegeben und hierauf längere Zeit damit geschüttelt.

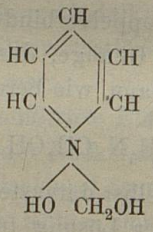
Die Flüssigkeit färbte sich dabei braun, und gleichzeitig trat der intensive Geruch des Pyridins auf, während die Wände des Gefässes sich mit einem Silberspiegel überzogen, der besonders beim längeren Stehen deutlich hervortrat. Es war also offenbar Zersetzung in die Componenten eingetreten.

Dies zeigte sich noch deutlicher, als eine filtrirte Probe im Vacuum verdunstet wurde. Es blieb nichts zurück als ein Beschlag von reducirtem Silber, herrührend von der Reduction des in Wasser etwas löslichen Silberoxydes durch den gebildeten Formaldehyd. Auch Kalilauge zersetzt das salzsaure Salz unter Braunfärbung in Formaldehyd und Pyridin. Jedenfalls geht die Zersetzung aber theilweise noch weiter, da sonst die Dunkelfärbung nicht recht gut zu erklären wäre. Eine Isolirung der freien Base gelang sonach nicht.

Die Constitution der salzsauren Base, die ja doch zuerst erhalten wird, glaube ich mir bloss in der Weise denken zu können, dass sich der Chlormethylalkohol an den Stickstoff des Pyridins anlagert, indem derselbe fünfwerthig wird. Man hat dann folgendes Formelbild:



Wird nun das Chlor durch das Silber herausgeholt, so wird Formaldehyd und Pyridin regenerirt. Man könnte sich die Constitution der Base dann nur so vorstellen:



und eine solche Verbindung müsste, wenn sie überhaupt existenzfähig wäre, doch nur eine sehr unbeständige sein.

Ich habe früher gesagt, ich könne mir die Constitution der salzsauren Base nur in der früher erwähnten Weise denken; dies muss noch näher begründet werden, was ich hiemit versuchen will.

Am deutlichsten spricht für die angegebene Constitution die Zersetzung des Körpers durch die Wärme. Als ich versuchte, das chlorwasserstoffsaure Salz der Base durch Destillation zu reinigen, trat vollständige Zersetzung ein.

Es entwickelte sich Formaldehyd, der sich theils durch seinen Geruch, theils durch seine Polymerisationsproducte nachweisen liess. In der Vorlage condensirte sich eine weisse, äusserst zerfliessliche Masse, die in Wasser gelöst wurde. Zu einem Theil der Lösung wurde überschüssige Sublimatlösung gesetzt, zu einem andern eine solche von Platinchlorid.

In beiden Fällen entstanden Niederschläge, die umkrystallisirt und analysirt wurden.

Hiebei bekam ich folgende Werthe:

a) Platindoppelsalz.

0·4577 *g* Substanz gaben 0·1582 *g* Platin oder 34·56%.

b) Quecksilberdoppelsalz.

0·3296 *g* Substanz gaben 0·231 *g* HgS, entsprechend 0·19913 *g* Hg oder 60·42%.

Diese Werthe unterscheiden sich nur sehr wenig von denen, die den entsprechenden Doppelsalzen des salzsauren Pyridins zukommen, denn diese verlangen:

a) 34·27% Pt und

b) 60·83% Hg.

Es zerfällt demnach die salzsaure Base bei der Destillation in Formaldehyd und salzsaures Pyridin.

Bei der Oxydation der Base mit Kaliumpermanganat tritt eine ähnliche Zersetzung ein. Bringt man zur warmen Lösung der schwefelsauren Verbindung, der man überdies noch etwas Schwefelsäure zugesetzt hat, Kaliumpermanganat, so entwickelt sich unter starkem Aufbrausen Kohlensäure, und gleichzeitig tritt der charakteristische Geruch des Pyridins auf. Die salzsaure Base ist zu diesem Versuche minder gut geeignet, da sich der Kohlensäure dann immer etwas Chlor beimischt.

Diese Reactionen scheinen wohl die angeführte Constitutionsformel zu rechtfertigen.

Diese auf vorstehend beschriebenem Wege erhaltene Base steht nicht vereinzelt da. Vor nicht allzulanger Zeit ist es nämlich dem italienischen Chemiker Coppola[1] gelungen durch Einwirkung von Glykolchlorhydrin auf Pyridin eine Base zu erhalten, die er Pyridinhydroxyaethylenammonium nannte. Demnach würde dem von mir dargestellten Körper, der aus dem Methylenchlorhydrin, als welches man den Chlormethylalkohol auffassen kann, entsteht, der Name Pyridinhydroxymethylenammonium zukommen.

Zum Schlusse will ich noch ganz kurz erwähnen, dass Chinolin und Chlormethylalkohol in ganz ähnlicher Weise, nur minder heftig aufeinander einwirken.

Das Reactionsproduct ist eine violettroth gefärbte, zähe Masse, die sich in Wasser und Alkohol sehr leicht löst. Aus der alkoholischen Lösung lassen sich durch Äther Krystallnadeln ausfällen, die wahrscheinlich das chlorwasserstoffsaure Salz einer durch Anlagerung von Chlormethylalkohol an das Chinolin entstandenen Base sind.

Auch eine Reihe schön krystallisirender Doppelsalze mit Sublimat, Platinchlorid etc. lässt sich erhalten.

Die Zahl der Analysen, die bisher mit diesen Verbindungen ausgeführt wurden, ist aber noch zu gering, um mit Bestimmtheit einen Ausspruch in Betreff der Zusammensetzung des Körpers thun zu können, ebenso sind auch die übrigen Untersuchungen über denselben noch nicht abgeschlossen, so dass ein näheres Eingehen auf diesen Gegenstand einem späteren Berichte vorbehalten bleiben möge.

---

[1] Gazz. chim. 15, 331.

Einwirkung der schwefeligen Säure auf Crotonaldehyd

von

Gustav Haubner.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Dr. Ad. Lieben an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. October 1891.)

In einer Arbeit von Dr. Alič und Dr. Zeisel, welche in nächster Zeit veröffentlicht werden wird, wurde die Einwirkung von schwefeliger Säure auf Crotonaldehyd untersucht und dabei gefunden, dass sich eine in der Hitze in wässeriger Lösung beständige Butyraldehydsulfonsäure bildet. Diese Arbeit, bereits im Sommer 1887 vollendet, gab den Anstoss zu den Untersuchungen Ludwig's über Additionsproducte der schwefeligen Säure zum Methyläthylacroleïn (Monatshefte der Chemie, 1888) und Haymann's über die Einwirkung schwefeliger Säure auf Tiglinaldehyd (Monatshefte der Chemie, 1888).

Die genannten ungesättigten Aldehyde verhalten sich diesen Untersuchungen zufolge wie das Acroleïn, indem sie wie dieses zwei Moleküle H_2SO_3 aufnehmen. Von diesen wird das eine schon durch Kochen der wässerigen Lösung der ursprünglichen Disulfonsäure abgespalten und ist somit in dem Additionsproducte als an die Formylgruppe in bekannter Weise angelagert anzunehmen. Das andere ist sehr fest gebunden, und zwar beim Crotonaldehyd der Schwefeligsäurerest HSO_3 wahrscheinlich in der β-, der Wasserstoff in der α-Stellung von der Formylgruppe an gerechnet.

Dies folgt aus den Eigenschaften des von Alič und Zeisel dargestellten Baryum- und Calciumsalzes jener sulfonirten Buttersäure, die durch Oxydation der beständigen crotonaldehydschwefeligen Säure (Butyraldehydsulfonsäure) gewonnen wurde. Andere

Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Stellung des Schwefeligsäurerestes sind von Alič und Zeisel nicht gegeben worden.

Der Zweck der vorliegenden Untersuchung, zu welcher ich mit Zustimmung des Prof. Lieben durch Dr. Zeisel veranlasst worden bin, war die Ergänzung der angezogenen Untersuchung von Alič und Zeisel durch Darstellung und nähere Untersuchung der von Crotonaldehyd derivirenden Oxybutandisulfonsäure, die Ermittlung weiterer Kriterien für die Aldehydnatur der aus dieser Verbindung durch Abspaltung eines Moleküls H_2SO_3 entstehenden Monosulfonsäure und die Erlangung eines stärkeren Beweises für die β-Stellung der HSO_3-Gruppe in der letztgenannten Verbindung.

Ich glaube das mir gestellte Ziel erreicht zu haben, indem ich constatirte, dass der Crotonaldehyd geradeso wie das Acroleïn, der Tiglinaldehyd und das Methyläthylacroleïn in der Kälte zwei Moleküle H_2SO_3 addirt und dadurch zu einer Disulfonsäure wird, die ich in Form des Baryumsalzes zur Analyse zu bringen vermochte; indem ich weiterhin die durch Kochen der wässerigen Lösung der freien Disulfonsäure entstehende Butyraldehydsulfonsäure (die schon Zeisel und Alič in Händen gehabt hatten) nicht bloss wie diese Forscher zur zugehörigen Buttersäure zu oxydiren, sondern auch in das entsprechende Oxym, d. i. Butyraldoxymsulfonsäure überzuführen und zur Butylalkoholsulfonsäure zu reduciren vermochte. Für die sulfonirte Buttersäure ergab sich mir die β-Stellung des HSO_3-Restes durch die Kalischmelze.

Diese führte zur Bildung von Essigsäure, während die α-sulfonirte Buttersäure Propionsäure hätte erwarten lassen.

Endlich konnte ich, wie dies Ludwig und Haymann beim Methyläthylacroleïn, beziehungsweise beim Tiglinaldehyd beobachtet hatten, durch Destillation des β-sulfonirten Butylalkohols — als solchen muss ich ihn nach Ergebniss der Constitutionsbestimmung der zugehörigen sulfonirten Buttersäure ansprechen — mit Kalk nicht ausschliesslich Crotylalkohol, sondern bloss ein Gemenge von diesem und Butylalkohol gewinnen.

In ähnlicher Weise liefert das aus dem β-sulfonirten Butyraldoxym dargestellte β-sulfonirte normale Butylamin, derselben Operation unterworfen, ein Gemenge von Crotyl- und normalem Butylamin.

Darstellung des Crotonaldehydes.

Crotonaldehyd wurde zum Theil durch Condensation des Acetaldehydes mit einer concentrirten Lösung von essigsaurem Natrium bei 97° und nachherige fractionirte Destillation, theils nach einem von Newbury (American Chemical Journal, XII, p. 253) angegebenen Verfahren durch Einwirkung einer 10%-hältigen Kaliumcarbonatlösung auf Acetaldehyd in der Kälte gewonnen.

Die Ausbeute betrug im ersten Falle circa 30%, im zweiten Falle circa 13%. Allerdings waren mir die Details der zweiten Methode nicht bekannt, da mir die Originalabhandlung nicht zugänglich war.

Es wurde daher nach eigenem Ermessen in folgender Weise vorgegangen:

Acetaldehyd wurde in Wasser gelöst und in denselben unter Eiskühlung eine 10%ige Kaliumcarbonatlösung in kleinen Partien eingetragen.

Die Reaction verlief ziemlich stürmisch. Nachdem weitere Partien Kaliumcarbonatlösung auch nach längerem Stehen keine Einwirkung mehr zeigten, wurde die Flüssigkeit fractionirt destillirt.

Die Ausbeute betrug hiebei circa 13% an Crotonaldehyd.

Ich will keineswegs behaupten, dass bei entsprechender Variation der Bedingungen keine bessere Ausbeute erhalten werden könnte. Ich selbst habe mich dieser Mühe nicht unterzogen, da es mir, kurz vor dem Abschlusse meiner Versuche zur Kenntniss des Verfahrens gelangt, nur zu thun war, mir möglichst rasch eine noch fehlende Menge Crotonaldehydes darzustellen.

Einwirkung der schwefeligen Säure auf Crotonaldehyd in der Kälte.

Crotonaldehyd wurde in der zehnfachen Menge Wasser gelöst und mit schwefeliger Säure unter Eiskühlung übersättigt, mit einer frisch bereiteten Lösung von Baryumhydroxyd genau neutralisirt, vom ausgeschiedenen schwefeligsauren Baryum filtrirt.

Da die Lösung beim Versuche, sie auf dem Wasserbade abzudampfen, sich zersetzte, so ergab sich die Nothwendigkeit, dieselbe im Vacuum unter circa 30 *mm* Druck einzuengen.

Der Siedepunkt wurde dadurch auf circa 40° herabgesetzt.

Die so erhaltene vollständig klare concentrirte Lösung wurde im Vacuum über Schwefelsäure eingedunstet.

Es wurde so eine amorphe weisse Masse erhalten, die sich durch die Analyse als Baryumsalz der bisher unbekannten Oxybutandisulfonsäure erwies.

Zunächst wurde an dieser Verbindung die Baryumbestimmung ausgeführt.

0·5229 *g* der Substanz in Wasser gelöst, ergaben mit H_2SO_4 gelöst 0·2875 *g* $BaSO_4$; es berechnet sich für Baryum der Werth von 32·27%, während dem wasserfreien Salze $C_4H_8S_2O_7Ba$ 37·4% Ba, dem drei Moleküle Krystallwasser enthaltenden Salze $C_4H_8S_2O_7Ba+3H_2O$ 32·38% Ba zukommen würden.

Die Krystallwasserbestimmung wurde in der Weise ausgeführt, dass die im Vacuum zur Gewichtsconstanz gebrachte Verbindung in einem mit Bleisuperoxyd, das früher vollständig getrocknet wurde, beschickten Rohre unter fortwährendem Durchleiten eines trockenen Kohlensäurestromes auf 150° erhitzt wurde.

Das dabei entwichene Wasser wurde im vorgelegten Chlorcalciumrohre aufgefangen und gewogen. 0·6175 *g* Substanz gab 0·053 *g* Wasser ab, es wurden also 8·57% H_2O (gegen 8·48% Gehaltes für zwei Moleküle H_2O berechnet) gefunden.

Beim folgenden Versuche wurde die Substanz auf 180° erhitzt. 0·8625 *g* Substanz verloren 0·107 *g* H_2O (12·52%); die Theorie erfordert 12·76% für $3H_2O$; dabei verlor aber die erhitzte Substanz die Fähigkeit, im Wasser löslich zu sein und veränderte die Farbe.

Da sämmtliche weiteren Analysen und die Verbrennung auf drei Moleküle Wasser stimmten, so erübrigt uns die Annahme, dass diese Verbindung ihr drittes Molekül Krystallwasser erst beim Erhitzen auf 180° unter theilweiser Zersetzung abgibt.

Die Schwefelbestimmung wurde nach Carius in der Weise ausgeführt, dass die Substanz mit rauchender Salpetersäure im zugeschmolzenen Rohr zwei Stunden auf 150°, eine Stunde auf 180° erhitzt wurde, wodurch die Sulfongruppen zu H_2SO_4 oxydirt wurden.

Die aus der geöffneten Röhre entnommene Flüssigkeit wurde mit Chlorbaryumlösung versetzt. 0·358 *g* der im Vacuum getrockneten Substanz ergaben so behandelt 0·394 *g* $BaSO_4$, woraus sich der Schwefelgehalt mit 15·14% (gegen 15·13% theoretischen Werthes) berechnet.

Die Verbrennungen lieferten folgende Resultate:

I. 0·808 *g* vacuumtrockener Substanz gaben 0·334 *g* CO_2 und und 0·2505 *g* H_2O.

II. 0·857 *g* Substanz lieferten 0·354 *g* CO_2 und 0·247 *g* H_2O

Demnach wurden in 100 Theilen vacuumtrockener Substanz:

	Gefunden				Berechnet für $C_4H_8S_2O_7Ba+3H_2O$
	I.	II.	III.	IV.	
C....	11·20	11·16	—	—	11·35
H....	3·54	3·21	—	—	3·30
S....	—	—	15·14	—	15·13
Ba...	—	—	—	32·27	32·38

Versuch, die Disulfonsäure im freien Zustande darzustellen.

Hiezu wurde eine Lösung von Crotonaldehyd, die mit schwefeliger Säure übersättigt war, im Vacuum eingeengt.

Es destillirte dabei eine starke SO_2-hältige Flüssigkeit über; der Rückstand wurde im Vacuum über Schwefelsäure eingedunstet.

Derselbe änderte seine Farbe, wurde schliesslich schwarz und harzig; eine herausgenommene Probe konnte selbst nach längerem Stehen im Vacuum nicht zur Gewichtsconstanz gebracht werden, und gleichzeitig machte sich beim Öffnen der Glocke immer ein Geruch nach schwefeliger Säure bemerkbar, was auf eine stetig fortschreitende Zersetzung der Disulfonsäure in Monosulfonsäure schliessen liess.

Die Analyse bestätigte auch diese Vermuthung. Bei der Verbrennung ergaben 0·819 *g* Substanz 0·8005 *g* CO_2 und 0·43 *g* H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_4H_8SO_4$	Berechnet für $C_4H_{10}S_2O_7$
C...	26·66	31·5	20·6
H...	5·83	4·6	4·94

Es war also im vorliegenden Falle ein noch wasserhältiges Gemenge von Butyraldehydmonosulfonsäure und Oxybutandisulfonsäure vorhanden.

Überführung der Oxybutandisulfonsäure in den monosulfonirten Butyraldehyd.

Zu diesem Zweck wurde durch die auf dem Drahtnetz erhitzte noch überschüssige schwefelige Säure enthaltende Oxybutandisulfonsäure solange Wasserdampf durchgeleitet, als die Flüssigkeit noch nach SO_2 roch. Der hell weingelb gefärbte Rückstand wurde mit Wasser verdünnt, mit Ätzbaryt in der Kälte vorsichtig neutralisirt und im Vacuum über Schwefelsäure eingedampft. Es wurde so ein weisser, gummiartiger Rückstand erhalten, welcher, bei 150° bis zur Gewichtsconstanz getrocknet, der Analyse unterworfen wurde.

Zur Bestimmung des Baryumgehaltes wurden 0·5239 *g* der bei 150° getrockneten Substanz mit H_2SO_4 abgeraucht und lieferten 0·279 *g* $BaSO_4$ (31·24% gegen 31·20% des theoretischen Werthes).

Bei der Verbrennung lieferten 0·620 *g* der bei 150° getrockneten Substanz 0·2005 *g* H_2O und 0·514 *g* CO_2.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_4H_7SO_4ba$
C....	22·60	22·32
H....	3·58	3·63
Ba ...	31·24	31·20

Alič und Zeisel fanden für das im Vacuum getrocknete Salz Werthe, die der Formel $C_8H_{14}S_2O_8Ba+H_2O$ entrprechen.

Oxydation der Oxybutandisulfonsäure zu β-monosulfonirter Buttersäure.

In eine wässerige Lösung von disulfonsaurem Baryum wurde unter fortwährendem Erwärmen auf circa 40—50° Chlor eingeleitet.

Erst nach mehrtägigem Einleiten fiel kein Niederschlag mehr von $BaSO_4$ heraus; trotzdem zeigte eine Probe der Flüssigkeit, mit H_2SO_4 versetzt, eine schwache Trübung; es war also noch Baryum vorhanden.

Es dürfte dies von einer geringen Verunreinigung mit butyraldehydmonosulfonsaurem Baryum herrühren, welches bei der Oxydation nicht wie das disulfonsaure die freie Säure, sondern deren Baryumsalz gibt. Die Vermuthung erfuhr auch durch die Analyse der oxydirten Verbindung ihre Bestätigung.

Es wurde daher die Flüssigkeit durch Versetzen mit H_2SO_4 vom Baryum befreit, wobei ein Überschuss von H_2SO_4 sorgfältig vermieden wurde, vom $BaSO_4$ filtrirt, bis zur Verjagung des Chlor erhitzt und mit frisch gefälltem Silberoxyd am Rückflusskühler erwärmt, dadurch die bei der Oxydation mit Chlor entstandene Salzsäure als Chlorsilber gefällt und das Silbersalz der freien Säure in Lösung erhalten.

Da sich dieses jedoch beim Versuche es zur Trockene zu bringen, schwärzte und überdies als in Wasser zu leicht löslich erwies, wurde es mit der entsprechenden Menge Chlorbaryums in das beständige Baryumsalz verwandelt, getrocknet und analysirt.

Bei der Verbrennung lieferten 0·472 *g* der bei 150° getrockneten Substanz 0·272 *g* CO_2 und 0·086 *g* H_2O.

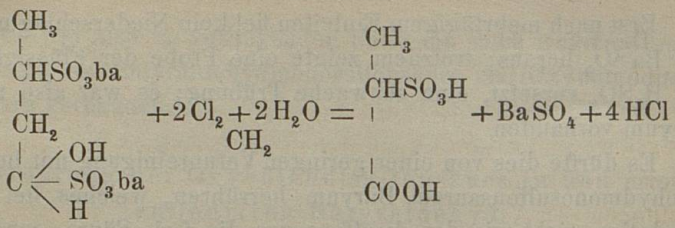
0·524 *g* Substanz ergaben, mit H_2SO_4 abgeraucht, 0·402 *g* $BaSO_4$.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_4H_6SO_5Ba$
C....	15·78	15·84
H....	2·02	1·98
Ba ...	45·10	45·21

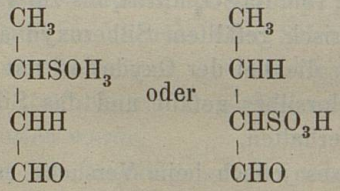
Das so dargestellte Salz ist eine weisse amorphe Masse, die in Wasser leicht, in Alkohol fast nicht löslich ist.

Der Vorgang bei der Oxydation wird durch folgende Gleichung zum Ausdruck gebracht:

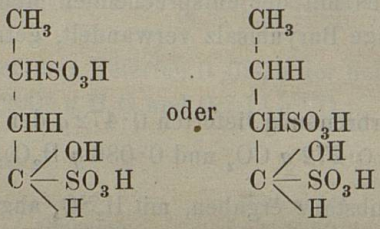


Einwirkung von schmelzendem Ätzkali auf das sulfonbuttersaure Baryum.

Es erübrigt die Entscheidung der Frage, ob dem monosulfonirten Crotonaldehyd die Formel:



und der Oxybutandisulfonsäure die Formel:



zukommt.

Aufschluss darüber konnte von einem Versuche mit sulfonirter Buttersäure, bei welchem es gelang, die Sulfongruppe abzuspalten, erwartet werden.

Es wurde dabei die Voraussetzung zu Grunde gelegt, dass an derselben Stelle, an welcher sich die Sulfongruppe befand, eine Spaltung der Verbindung in Säuren von niedrigerem Kohlenstoffgehalte eintreten würde.

Allerdings kann dagegen eingewendet werden, dass bei der Kalischmelze sich die gesättigte Sulfonsäure, gleichgiltig ob der H_2SO_3-Rest sich in der α- oder β-Stellung befindet, in Crotonsäure umsetzen und deren Molekül an der Stelle der doppelten Bindung gespalten werden könnte.

Der Effect wäre dann von der α- oder β-Stellung der Sulfongruppe unabhängig.

Das Ergebniss der Kalischmelze, welches zur Bildung von Essigsäure geführt hat, kann daher zur Beurtheilung der Constitution der sulfonirten Buttersäure nur im Vereine mit den Beobachtungen von Alič und Zeisel über dieselbe Verbindung verwerthet werden. Aber auch dann ist für die β-Stellung des H_2SO_3-Restes nur ein Wahrscheinlichkeitsbeweis erbracht.

Als Ausgangsmaterial diente das Baryumsalz der monosulfonirten Buttersäure.

Eine gewogene Menge wurde mit der vierfachen Menge Ätzkali im Ölbade mehrere Stunden auf 200—210° erhitzt. Das Kali schmolz, und es wurde eine vollständig homogene, gelb gefärbte Masse erhalten, welche, mit Schwefelsäure versetzt, deutlichen Geruch nach SO_2 entwickelte.

Es war also die beabsichtigte Abspaltung der Sulfongruppe eingetreten.

Die geschmolzene Masse wurde mit der hinreichenden Menge Schwefelsäure versetzt und destillirt.

Es ging dabei eine Flüssigkeit über, welche neben SO_2 die gebildeten Säuren enthielt. Zur Entfernung des Schwefeldioxydes wurde das Destillationsproduct mit Bleisuperoxyd digerirt, bis dieses seine Farbe nicht mehr änderte; hierauf mit Schwefelsäure versetzt, wobei $PbSO_4$ herausfiel und aus dem Ölbade destillirt.

Die jetzt übergehende Flüssigkeit roch nicht mehr nach SO_2 und reagirte sauer.

Sie wurde mit frisch gefälltem Silberoxyd am Rückflusskühler erhitzt, eingedampft, heiss filtrirt und im Vacuum vor Licht geschützt über Schwefelsäure der Krystallisation überlassen.

In dem so gebildeten Silbersalz wurde die Silberbestimmung, durch welche die Bildung von Essigsäure erwiesen wurde, ausgeführt.

Darstellung des butyraldoximmonosulfonsauren Baryum.

Die $1^1/_2$fache Menge des berechneten Hydroxylaminsulfates wurde mit Ätzbaryt im Überschuss versetzt und mit einer titrirten Lösung von Butyraldehydmonosulfonsäure am Rückflusskühler

vier Stunden erwärmt, hierauf vom überschüssig zugesetzten Baryt durch Durchleiten von Kohlensäure befreit, vom Baryumcarbonat filtrirt und auf dem Wasserbade zur Trockenheit abgedampft. Die eingetretene Reaction vollzog sich im Sinne der Gleichung:

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CHSO_3\,ba \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COH \end{array} + NH_2OH = \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CHSO_3\,ba \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CHNOH \end{array} + H_2O$$

Der so erhaltene farblose, amorphe Abdampfrückstand wurde in Wasser gelöst, durch Alkohol gefällt, getrocknet und analysirt. 0·864 *g* der bei 150° getrockneten Substanz gaben bei der Verbrennung 0·643 *g* CO_2 und 0·2805 *g* H_2O.

Zur Baryumbestimmung wurden 0·2101 *g* der Substanz mit H_2SO_4 abgeraucht, und sie ergaben 0·104 *g* $BaSO_4$.

Der Stickstoffgehalt wurde nach dem von Kieldahl[1] angegebenen Verfahren bestimmt.

0·689 *g* Substanz gaben so viel Ammoniak, um 6·9 cm^3 Salzsäure vom Titre 0·015365 zu neutralisiren, woraus sich der Stickstoff mit 0·04067 *g* berechnet.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_4H_8SO_4NBa$
C....	20·30	20·44
H....	3·61	3·41
Ba...	29·05	29·10
N....	5·90	5·95

Überführung des butyraldoximmonosulfonsauren Baryums in Crotyl- und Butylamin.

In die mit Schwefelsäure versetzte Lösung des erstgenannten Salzes wurde festes Natriumamalgam eingetragen und einige

[1] Nach meinen, sowie von Andern im hiesigen Institut gemachten Erfahrungen ist diese Methode bei Analyse von Oxymen und Isonitrosoverbindungen verwendbar.

Stunden am Rückflusskühler erhitzt. Die Flüssigkeit wurde hierauf mit NaOH genau neutralisirt, vom Quecksilber abgegossen, mit absolutem Alkohol versetzt, wodurch der grösste Theil des gebildeten Natriumsulfates ausgeschieden wurde.

Durch wiederholte Füllung mit absolutem Alkohol gelang es schliesslich, das Natriumsulfat ganz zu entfernen.

Die eingetretene Reaction wird durch folgende Gleichung zum Ausdruck gebracht:

$$\begin{aligned} &2\begin{matrix}CH_3\\CHSO_3ba\\CH_2\\CHNOH\end{matrix} + 4H_2SO_4 + 8Na = \\ &= 2\begin{matrix}CH_3\\CHSO_3Na\\CH_2\\CH_2NH_2\end{matrix} + BaSO_4 + 3Na_2SO_4 + 2H_2O \end{aligned}$$

Mit der so erhaltenen Lösung wurde frisch gebrannter Kalk gelöscht, wobei ein Geruch nach Ammoniak auftrat, mit weiteren Mengen Calciumoxydes zum Pulver verrieben und im Wasserstoffstrom destillirt.

Es bildete sich dabei ein braunes Öl, welches den den Aminen eigenthümlichen Geruch besass und welches in der Vorlage in verdünnter Salzsäure aufgefangen wurde. Der Inhalt der Vorlage wurde mit KOH alkalisch gemacht und destillirt. Die jetzt übergehende ölige Flüssigkeit reagirte stark alkalisch, war farblos und wurde in verdünnter Salzsäure gelöst.

Das Auftreten des Carbylamingeruches beim Erwärmen einer kleinen Probe des Productes mit alkoholischem Ätzkali und Chloroform bewies, dass hier ein primäres Amin vorlag.

Die Flüssigkeit wurde auf dem Wasserbade concentrirt, mit Platinchloridlösung versetzt und im Vacuum verdunstet. Die zuerst gebildeten Krystalle erwiesen sich, unter dem Mikroskope angesehen, als Platinsalmiak. Da jedoch auch die weiteren Krystallisationen mit Platinsalmiak verunreinigt waren und eine Trennung mit Alkohol wegen der Unlöslichkeit des Doppelsalzes unmöglich war, so wurde die Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoff entplatinirt, unter Zusatz von wenigen Tropfen Salzsäure möglichst concentrirt, in zwei Fractionen mit Platinchlorid versetzt,

von den zuerst ausgeschiedenen Krystallen von Platinsalmiak filtrirt und nur jene gelbe krystallinische Substanz untersucht, die sich aus der Mutterlauge abschied. Um die Base nicht zu verlieren, wurde das Platin nicht wie gewöhnlich durch Glühen, sondern durch Fällung als Sulfid und nachherige Umwandlung in Metall bestimmt.

Der Platingehalt des Chloroplatinates wurde mit 35·07% gefunden, während der Crotylamin- 35·29%, der Butylaminverbindung 35·01% für die Formel:

$$PtCl_4(CH_3—CH=CH—CH_2NH_2 . HCl)_2,$$

beziehungsweise

$$PtCl_4(CH_3—CH_2—CH_2—CH_2NH_2 . HCl)_2$$

entsprechen.

Das Filtrat, welches das Aminchlorhydrat in Lösung enthielt, wurde durch Durchleiten von Luft vom Schwefelwasserstoff befreit, hierauf mit titrirtem Bromwasser versetzt, bis ein Tropfen desselben mit Jodkalium-Stärkelösung eine blaue Färbung hervorrief.

Durch einen besonderen Versuch wurde festgestellt, dass Bromwasser auf die Lösung eines Chlorhydrates eines gesättigten primären Amines in der Kälte entweder nicht oder nicht rasch einwirkt.

Bei dem angeführten Versuche verbrauchte das aus 0·1795 *g* des Platinamindoppelsalzes gewonnene Aminchlorhydrat 0·018 *g* Brom, während dem in dieser Menge enthaltenen Crotylamin circa 0·1 *g* Brom entsprechen würde.

Die Lösung des Chlorhydrates des entstandenen Basengemisches hat demnach zwar merklich Brom addirt, jedoch bloss beiläufig ein Fünftel jener Menge, die sich für Crotylaminchlorhydrat berechnet.

Im Vereine mit der Platinbestimmung ist hieraus der Schluss zu ziehen, dass neben Crotylamin, und zwar in weitaus grösserer Menge, Butylamin entstanden war.

Reduction des sulfonirten Butyraldehydes.

Eine Partie von 50 *g* Crotonaldehyd wurde in der Kälte mit SO_2 übersättigt und die gebildete Disulfonsäure in der früher

beschriebenen Art in Monosulfonsäure übergeführt. Diese wurde mit Schwefelsäure versetzt und in dieselbe wurde Natriumamalgam, und zwar die doppelte Menge, die durch die Theorie gefordert wird, eingetragen. Die Flüssigkeit wurde nach beendeter Reaction mit NaOH genau neutralisirt, vom Quecksilber abgegossen, circa zwei Drittel der Flüssigkeit schied, mit dem gleichen Volumen Alkohol versetzt, den grössten Theil des Natriumsulfates ab, konnte jedoch selbst durch wiederholtes Behandeln mit absolutem Alkohol davon nicht vollständig befreit werden.

Die Flüssigkeit wurde hierauf auf dem Wasserbade eingedampft und bildete dabei eine gelblichweisse, äusserst hygroskopische Masse, die das Natriumsalz des sulfonirten Butylalkohols neben geringen Mengen von Natriumsulfat darstellte, wesshalb bei der Analyse der Schwefel- und Natriumgehalt etwas zu gross, der Kohlenstoffgehalt etwas zu klein gefunden wurde.

Die Constitution dieser Verbindung wird durch die Formel:

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ CHSO_3Na \\ CH_2 \\ CH_2OH \end{array}$$

zum Ausdruck gebracht.

Bei der Verbrennung ergaben 0·494 *g* der bei 150° getrockneten Substanz 0·2196 *g* H_2O und 0·481 *g* CO_2.

Zur Schwefelbestimmung wurden 0·284 *g* getrockneter Substanz mit concentrirter rauchender Salpetersäure im zugeschmolzenen Rohr erhitzt.

Nach dem Öffnen des Rohres wurde die Flüssigkeit mit Chlorbaryumlösung gefällt; das dabei erhaltene $BaSO_4$ wog 0·384 *g*.

Zur Natriumbestimmung wurden 0·630 *g* der Substanz mit Schwefelsäure abgeraucht und ergaben 0·261 *g* Na_2SO_4.

In 100 Theilen wurde:

	Gefunden	Berechnet für $C_4H_9SO_4Na$
C....	26·54	27·27
H....	4·94	5·11
S....	18·62	18·21
Na...	13·25	13·06

Die Verunreinigung mit Natriumsulfat war demnach keine bedeutende.

Destillation des oxybutansulfonsauren Natriums mit Kalk.

Die genannte Verbindung wurde zur Überführung in den Butyl- oder Crotylalkohol, der durch Abspaltung von $NaHSO_3$ entstehen konnte, mit frisch gebranntem Kalk gemischt, zerrieben und aus Glasröhren im Wasserstoffstrom destillirt.

Es ging dabei eine Flüssigkeit über, welche aus einer lichten, wässerigen und einer stark braun gefärbten, öligen Schichte bestand; letztere besass einen brenzlichen Geruch und enthielt die Hauptmenge des gebildeten Alkohols.

Sie wurde zunächst der Destillation unterzogen und die übergehenden Partien in drei Fractionen 100—110°, 110—120° und 120—130° aufgefangen. Von diesen waren die beiden ersten schwach gelblich gefärbt und besassen einen stechenden, an Crotonaldehyd erinnernden Geruch; die dritte Partie war hellgelb gefärbt und besass einen brenzlichen Geruch. Der höher siedende Rückstand war nicht unbeträchtlich; er wurde nicht weiter berücksichtigt.

Die zuerst übergegangenen Partien wurden mehreremale mit frisch geschmolzenem kohlensauren Kalium zur Entwässerung digerirt, mit geglühtem Calciumoxyd am Rückflusskühler gekocht und nach der vollständigen Entwässerung wiederholt fractionirt destillirt. Die Hauptfraction zeigte einen constanten Siedepunkt von 117—119°.

Um zu erfahren, ob sich im vorliegenden Falle Crotyl- oder Butylalkohol gebildet hatte, wurde der Versuch, Brom in der Kälte einwirken zu lassen, ausgeführt.

Ein Molekül Crotylalkohol vermag zwei Atome Brom unter Auflösung der doppelten Bindung zu addiren, während Butylalkohol in der Kälte von Brom nicht angegriffen wird.

0·523 *g* Substanz vermochten 0·841 *g* Brom unter Eiskühlung aufzunehmen, bis eine deutliche Gelbfärbung eintrat, während dieselbe Menge reinen Crotylalkohols 1·15 *g* Brom zur vollständigen Sättigung benöthigen würde.

Es war also ein Gemenge von circa zwei Dritteln Crotyl- und einem Drittel Butylalkohol vorhanden, was auch durch die Verbrennung bestätigt wurde.

Bei der Verbrennung lieferten 0·212 *g* Substanz 0·509 *g* CO_2 und 0·225 *g* H_2O.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet für $C_4H_{10}O$	Berechnet für C_4H_8O
C...	65·47	64·86	66·66
H...	11·79	13·51	11·11

Schliesslich sei es mir noch gegönnt, meinem hochverehrten Lehrer, dem Herrn Prof. Ad. Lieben, sowie Herrn Dr. Zeisel meinen innigsten Dank für die Unterstützung bei der vorliegenden Arbeit auszusprechen.

Über die γ-Trichlor-β-oxybuttersäure und eine neue Synthese der Äpfelsäure

von

Dr. Karl Garzarolli Edl. von Thurnlackh,

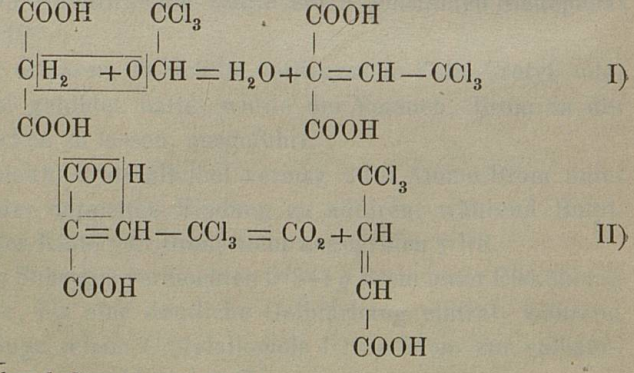
Privatdocent an der k. k. deutschen Universität in Prag.

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. October 1891.)

Stereochemische Betrachtungen waren es, die mich veranlassten, die Darstellung der γ-Trichlorcrotonsäure zu versuchen.

Schon vor Jahren hatte ich Versuche angestellt, Essigsäure mit Chloral zu condensiren, indess mit ungewünschtem Erfolge, da je nach den Versuchsbedingungen entweder Chloralacetat allein oder neben diesem bedeutende Mengen huminartiger Substanzen erhalten wurden. Da mittlerweile durch Komenos[1] gezeigt worden ist, dass sich Chloral mit Malonsäureäthylester unter Wasseraustritt verbindet und Trichloräthylidenmalonsäureäthylester liefert, so versuchte ich jetzt Chloral direct mit Malonsäure zur Reaction zu bringen, um zur γ-Trichlorcrotonsäure zu gelangen.

Es war im Sinne folgender Gleichungen:



I)

II)

[1] Annalen d. Chemie, 218, 169.

die Bildung von Trichloräthylidenmalonsäure (I) oder von Trichlorcrotonsäure, beziehungsweise eines Gemisches beider Substanzen zu erwarten, aus welchem (ebenso wie aus Säure I) durch Erhitzen auf circa 160° C. Trichlorcrotonsäure entstehen konnte. Um die Bildung von Chloralacetat, das bei längerem Erhitzen von Chloral und Essigsäureanhydrid selbst unter 100° C. schon in beträchtlichen Mengen entsteht, zu vermeiden, wurde als Condensationsmittel Eisessig benützt.

Chloral und Malonsäure in molecularen Mengen mit einem Überschuss von Eisessig versetzt, wurden in einem Kolben, der mit einem Rückflusskühler verbunden war, auf dem Wasserbade erhitzt. Die Kühlröhre mündete unter Quecksilber, wodurch der Druck im Apparate erhöht und der Luftzutritt abgehalten werden konnte. Die Dauer des Erhitzens, das solange fortgesetzt wurde, als Kohlensäureentwicklung bemerkbar war und bis sich beim Erkalten keine Krystalle ausschieden, betrug, je nach den angewandten Mengen, 25 bis 40 Stunden. Die weitere Verarbeitung des Reactionsgemisches erfolgte in der Weise, dass dasselbe der Destillation unterworfen wurde; hatte die Flüssigkeit die Temperatur von 124° C. erreicht, so wurde die Destillation unterbrochen.

In einzelnen Fällen wurde das Destilliren bei einem Druck von 20 *mm* vorgenommen, wobei die Temperatur der Flüssigkeit nie 80° C. überstieg. Eine Mehrausbeute an dem Reactionsproducte wurde jedoch dadurch nicht erzielt.

Das Destillat enthielt stets neben Essigsäure sehr bedeutende Mengen von Chloral.

Der bei der Destillation erhaltene Rückstand erstarrte, wenn diese im Vacuum ausgeführt wurde, nach dem Erkalten sofort. Im anderen Falle wurde derselbe in einer Schale längere Zeit auf dem Wasserbade erwärmt, um noch anhaftende Essigsäure zu entfernen und dann durch Abkühlung ebenfalls zur Krystallisation gebracht. Die so erhaltenen Substanzen wurden in Wasser gelöst und die Lösung, da sie gelblich gefärbt und trübe war, mit wenig Thierkohle behandelt.

Das Filtrat erstarrte nach dem Eindampfen zu einer strahlig krystallinischen Masse, die sich nach einigen Tagen in kleine, harte, glasglänzende Kryställchen umwandelte. Dieselben wurden

von der syrupösen Mutterlauge abgesaugt und aus dieser, nach Zusatz einer geringen Menge Wassers, nach einigen Tagen wieder eine neue Krystallisation gewonnen. Bei Wiederholung dieses Vorganges wurde noch eine dritte Krystallausscheidung erhalten. Der geringe Rest der Mutterlauge wurde bei weiterer Concentration ebenfalls fest und gab nach dem Abpressen und Umkrystallisiren mit den vorerwähnten identische Krystalle; Malonsäure konnte in demselben nicht nachgewiesen werden.

Die zwei ersten Fractionen wurden vereinigt, umkrystallisirt und die so erhaltene Substanz zur Analyse benützt.

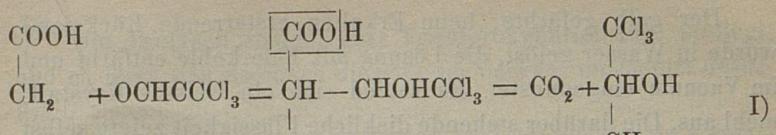
1. 0·3356 *g* Substanz gab 0·2835 *g* Kohlensäure und 0·0824 *g* Wasser.
2. 0·3141 *g* Substanz gab 0·6513 *g* Chlorsilber.
3. 0·2159 *g* Substanz gab 0·1839 *g* Kohlensäure und 0·0574 *g* Wasser.

Diese Bestimmungen führen zur Formel $C_4H_5Cl_3O_3$.

	Berechnet	Gefunden		
		I.	II.	III.
C_4	23·14%	23·04	—	23·23
H_5	2·41	2·72	—	2·95
Cl_3	51·27	—	51·27	—
O_3	23·18	—	—	—
	100·00			

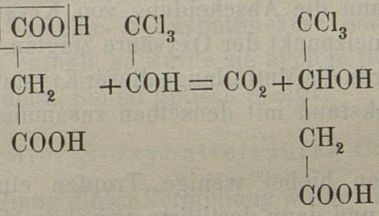
Die Substanz, eine Säure, muss nach ihrer Bildungsweise und nach ihrem chemischen Verhalten als γ-Trichlor-β-oxybuttersäure bezeichnet werden.

Die Bildung derselben kann nun entweder in der Weise erfolgen, dass sich das Chloral zur Malonsäure addirt und die entstandene Trichloräthylidenmalonsäure unter Kohlensäureabgabe in die Trichloroxybuttersäure übergeht, oder aber die Malonsäure zerlegt sich unter dem Einflusse des Chlorals (HCl?) und des Eisessigs in Kohlensäure und Essigsäure und diese vereinigt sich mit dem Chloral. Folgende Gleichungen symbolisiren diese Vorgänge:



I)

oder



II)

Die Ausbeute an dieser neuen Säure erreicht in den günstigsten Fällen kaum 50% der berechneten, es bleiben stets bedeutende Mengen von Chloral unangegriffen, doch findet sich nie Malonsäure vor.

Ich habe bereits Versuche in Angriff genommen, welche auf einem anderen Wege zur Entscheidung der oben angeregten Fragen über die Bildungsweise dieser Säure beitragen sollen.

γ-Trichlor-β-oxybuttersäure

krystallisirt in kleinen, glasglänzenden, scheinbar rhombischen Täfelchen oder Blättchen, welche mitunter Streifung und deren Flächen (schon bei geringer Vergrösserung) sehr bedeutende Unebenheiten zeigen. Lässt man die Krystalle längere Zeit an der Luft liegen, so werden sie undurchsichtig und zerfallen bei Berührung zu einem weissen Pulver. Dass hiebei nicht etwa Wasserabgabe stattfindet, zeigt Analyse III S. 519), welche mit solchem Material ausgeführt wurde. Die Trichloroxybuttersäure ist in heissem Wasser sehr leicht, etwas schwerer in kaltem löslich. Methyl- und Äthylalkohol lösen sie sehr leicht, Chloroform und besonders Äther in geringerer Menge.

Der Schmelzpunkt der einmal geschmolzenen Säure liegt bei 118·5° C. In der Absicht, aus derselben Trichlorcrotonsäure darzustellen, wurde die Trichloroxybuttersäure im Vacuum (20 *mm* Druck) während 2 Stunden auf 180° C. erhitzt, es destillirten hiebei einige Tropfen einer Flüssigkeit über, welche an der Luft stark rauchte, da sie Chlorwasserstoffsäure enthielt.

Der gelb gefärbte, beim Erkalten erstarrende Rückstand wurde in Wasser gelöst, die Lösung mit Thierkohle entfärbt und im Vacuum eingedunstet. Es schied sich ein weisses Krystallmehl aus. Die darüber stehende dickliche Flüssigkeit zeigte selbst nach einigen Tagen keine Neigung zu krystallisiren. Auf Zusatz einer geringen Menge Wassers löste sich jedoch der weisse Körper auf, und es begann die Abscheidung von Krystallen, die den Habitus und Schmelzpunkt der Oxysäure zeigten.

Desshalb wurde die Mutterlauge dieser Krystalle eingedampft und der feste Rückstand mit denselben zusammen nochmals im Vacuum destillirt.

Zuerst gingen hiebei wenige Tropfen einer wässerigen Flüssigkeit über, und dann destillirte zwischen 190—210° C. — Druck 20 *mm* — ein Öl, das aber schon im Kühlrohr erstarrte. Der Rückstand war kaum nennenswerth, in Folge Zersetzung geschwärzt.

Das gelblich gefärbte Destillat wurde in kochendem Chloroform gelöst und die Lösung an der Luft langsam verdunsten gelassen. Die ausgeschiedenen Krystalle wurden nach dem Waschen mit kaltem Chloroform abgepresst und aus derselben Flüssigkeit umkrystallisirt. Ein Theil des Lösungsmittels wurde im Wasserbade verdunstet und beim Erkalten schieden sich jetzt, nicht mehr wie früher — beim langsamen Verdampfen — Täfelchen, sondern weisse, seideglänzende Nädelchen ab. Aus der Mutterlauge krystallisirten beim freiwilligen Verdampfen wieder Täfelchen.

Der Schmelzpunkt der in Nadeln krystallisirenden Substanz liegt zwischen 117·4° C. bis 117·8° C.

I. 0·3233 *g* dieser Substanz gab 0·2745 *g* Kohlensäure und 0·0725 *g* Wasser.

II. 0·2995 *g* Substanz gab 0·6202 *g* Chlorsilber.

	Berechnet	Gefunden I.	Gefunden II.
C_5	23·14	23·16	—
H_5	2·41	2·49	—
Cl_3	51·27	—	51·20
O_3	23·18	—	—
	100·00		

Die Analysen zeigen, dass Trichloroxybuttersäure vorliegt, und es lässt sich demnach dieselbe im Vacuum unzersetzt destilliren.

Aus Fehling'scher Lösung scheidet die Säure kein Kupferoxydul ab, eine alkalische Silberlösung wird jedoch beim Erwärmen von derselben reducirt.

Da die γ-Trichlor-β-oxybuttersäure ein asymmetrisches Kohlenstoffatom enthält, so wurde sie auch in Bezug auf optische Activität untersucht. Sie ist optisch inactiv.

γ-Trichlor-β-oxybuttersaures Calcium.

Zur Herstellung dieser Verbindung wurde die Säure in Wasser gelöst, mit einem Überschuss von Calciumcarbonat bei möglichst gelinder Wärme digerirt und die Lösung nach dem Filtriren im Vacuum eingedampft. Die ausgeschiedenen Krystalle, feine weisse Nädelchen, wurden abgesaugt, mit kaltem Wasser gewaschen und nach dem Pressen zwischen Filtrirpapier an der Luft getrocknet.

Das Salz ist auch in Alkohol löslich.

0·5370 *g* Substanz verlor, bei mehrstündigem Aufbewahren über Schwefelsäure 0·0018 *g*, beim Erhitzen auf 100° C. 0·0795 *g* an Gewicht.

0·2672 *g* Substanz (bei 100° C. getrocknet) gab 0·0782 *g* schwefelsauren Kalk.

0·1882 *g* bei 100° getrockneter Substanz gab 0·3558 *g* Chlorsilber.

	Berechnet: $2Ca(C_4H_4Cl_3O_3)_2+9H_2O$	Gefunden
H_2O	15·00%	14·80%
	$Ca(C_4H_4Cl_3O_3)_2$	
Ca	8·83	8·60
Cl.....	46·98	46·74

γ-Trichlor-β-oxybuttersaures Silber

wurde aus dem Kalksalz durch Vermischen der Lösung desselben mit Silbernitratlösung hergestellt. Das Silbersalz fällt nicht sofort aus, sondern scheidet sich allmälig, und zwar in langen Nadeln

ab. Dieselben wurden abgesaugt, mit kaltem Wasser gewaschen, abgepresst und über Schwefelsäure bei Lichtabschluss getrocknet. Das Salz, im trockenen Zustande nicht sehr lichtempfindlich, löst sich im kalten Wasser merklich auf, mit Wasser gekocht findet Abscheidung von Chlorsilber und geringe Reduction statt.

0·1658 *g* Substanz gab 0·0706 *g* Chlorsilber.

	Berechnet: $Ag(C_4H_4Cl_3O_3)$	Gefunden
Ag.....	34·34%	34·50%

γ-Trichlor-β-oxybuttersaures Methyl.

Zur Gewinnung dieses Esters wurde die Säure in Methylalkohol gelöst, in die Lösung Chlorwasserstoff eingeleitet und die mit Gas gesättigte Flüssigkeit einige Zeit gelinde erwärmt.

Der Ester wurde mit Wasser abgeschieden, gewaschen, mit einer Natriumbicarbonatlösung entsäuert und mit Äther aufgenommen. Die ätherische Lösung hinterliess nach dem Verdunsten eine krystallinische Masse, die nach dem Auspressen zwischen Filtrirpapier aus Methylalkohol umkrystallisirt wurde.

Die Substanz, welche im reinen Zustand ein ausgezeichnetes Krystallisationsvermögen besitzt, wurde in grossen, glänzenden Tafeln erhalten, die an einzelnen Flächen gestreift waren. Sie schmilzt zwischen 61·2 bis 61·6° C.

I. 0·2070 *g* Substanz gab 0·2045 *g* Kohlensäure und 0·0603 *g* Wasser.

II. 0·3335 *g* Substanz gab 0·6470 *g* Chlorsilber.

	Berechnet: $C_4Cl_3H_3(CH_3)O_3$	Gefunden I.	Gefunden II.
C_5....	27·12%	26·94	—
H_7....	3·17	3·24	—
Cl_3 ...	48·04	—	47·98
O_3....	21·67	—	—
	100·00		

γ-Trichlor-β-acetylobuttersäure.

Trichloroxybuttersäure wurde mit dem gleichen Gewichte Essigsäureanhydrid im verschlossenen Rohre mehrere Stunden auf 130° C. erhitzt. Das Reactionsproduct in Wasser gegossen schied ein Öl ab, das mehrmals mit Wasser geschüttelt und dann mit Äther gelöst wurde. Beim Verdampfen der Ätherlösung hinterblieb eine krystallinische Masse, welche zwischen Filtrirpapier ausgepresst und mehrere Tage über Ätzkali aufbewahrt wurde.

Die trockene Masse wurde aus Chloroform umkrystallisirt und über Kalihydrat und Schwefelsäure im Vacuum getrocknet.

Die γ-Trichlor-β-acetylobuttersäure bildet kleine, seideglänzende Nädelchen, die einen eigenthümlichen Geruch, der besonders stark beim Schmelzen der Säure auftritt, besitzen.

Sie ist in Alkohol, Äther und Chloroform leicht, in Wasser nur sehr wenig löslich und löst sich in Sodalösung unter Kohlensäureentwicklung auf. Der Schmelzpunkt derselben liegt zwischen 86—87° C., doch ist derselbe nicht scharf, da die Substanz schon bei 74° C. zu erweichen beginnt.

0·4017 *g* Substanz gab 0·4182 *g* Kohlensäure und 0·0998 *g* Wasser.

	Berechnet $C_4H_4(C_2H_3O)Cl_3O_3$	Gefunden
C_6	28·87	28·39
H_7	2·81	2·76

Überführung der γ-Trichlor-β-oxybuttersäure in Äpfelsäure.

Trägt man Trichloroxybuttersäure in concentrirte Lösungen von Kali- oder Barythydrat ein, so erfolgt eine ziemlich heftige Reaction, die nach kurzer Zeit beendigt ist.

Die Flüssigkeit gibt nach dem Ansäuern mit Salpetersäure eine kräftige Reaction auf Chlor; neutralisirt man dieselbe mit Salzsäure, und fügt man eine Chlorcalciumlösung zu, so scheidet sich beim Kochen ein krystallinischer Niederschlag ab.

Die ganze zur Verfügung stehende Menge des Reactionsproductes wurde daher auf diesem Wege auf das Kalksalz verarbeitet.

Dieses wurde abgesaugt und gewaschen, dann die Hälfte desselben mit verdünnter Salpetersäure gelöst, die Lösung mit der anderen Hälfte des Kalksalzes versetzt, filtrirt und zur Krystallisation gestellt. Weder unter den gewöhnlichen Bedingungen, noch im Vacuum konnte eine krystallinische Ausscheidung erzielt werden, stets resultirte eine gummiartige Masse. Diese wurde in Wasser gelöst, mit Ammoniak versetzt und mit Alkohol gefällt; der anfangs amorphe Niederschlag wurde nach längerem Erwärmen krystallinisch. Dieses krystallinische Kalksalz wurde abgesaugt, gut ausgewaschen und an der Luft getrocknet.

Das Salz erwies sich als vollständig chlorfrei. In Salpetersäure gelöst und neutralisirt gab es mit Bleiacetat einen im kochenden Wasser schmelzenden Niederschlag.

0·3856 *g* der Substanz, welche, bei 100° C. getrocknet, nur 0·0005 *g* an Gewicht verlor, gab 0·3022 *g* schwefelsauren Kalk.

0·2174 *g* Substanz gab 0·2200 *g* Kohlensäure und 0·0511 *g* Wasser.

	Berechnet $C_4H_4CaO_5$	Gefunden
C_4	27·90%	27·60
H_4	2·33	2·61
Ca.....	23·25	23·03
O_5	46·52	—
	100·00	

Zusammensetzung und Eigenschaften des Kalksalzes, sowie die Eigenschaft des Bleisalzes, in kochendem Wasser zu schmelzen, stimmen mit jenen der betreffenden Salze der Äpfelsäure überein.

Die Reaction zwischen γ-Trichlor-β-oxybuttersäure und Kalihydrat verläuft demnach im Sinne folgender Gleichung:

$$\begin{array}{l} CCl_3 + 4KHO \\ | \\ CHO \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COOH + KHO \end{array} \quad = \quad \begin{array}{l} COOK + 2H_2O \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COOK + H_2O \end{array} \quad + 3KCl$$

Da dem Kalksalze der auf diesem Wege erhaltenen Äpfelsäure die Fähigkeit fehlt, mit Salpetersäure behandelt ein krystallisirbares saures Salz zu bilden, so dürfte diese Äpfelsäure mit der von Loydl[1] aus Fumarsäure gewonnenen identisch sein.

Das Studium der γ-Trichlor-β-oxybuttersäure und der daraus erhaltenen Äpfelsäure wird fortgesetzt.

Herrn Prof. Dr. K. H. Huppert in Prag und Herrn Dr. Gust. Schacherl, Privatdocent an der Universität in Wien, in deren Laboratorien diese Arbeit ausgeführt wurde, spreche ich meinen herzlichsten Dank aus für das Interesse, das sie dieser Untersuchung entgegen brachten und für die Unterstützung, welche sie mir hiebei zutheil werden liessen.

[1] Annalen d. Chemie, 192, 80.

Über das Verhalten des Tricalciumphosphats gegen Kohlensäure und Eisenhydroxyd

von

G. v. Georgievics.

Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Staatsgewerbeschule in Bielitz

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. October 1891.)

Das bei der Analyse phosphorsäurehältiger Materialien zur Anwendung kommende Verfahren, nach welchem man die gesammte Phosphorsäure als phosphorsaures Eisenoxyd zur Abscheidung bringt, war die Veranlassung, das Verhalten des dreibasisch phosphorsauren Kalkes gegen Eisenhydroxyd zu studiren.

Ich stellte mir die Frage, ob die Fähigkeit des Eisenhydroxyds, die Phosphorsäure andern Phosphaten zu entziehen, so stark sei, um auch dann zur Geltung zu kommen, wenn sich dasselbe in ungelöstem Zustande befindet, vorausgesetzt, dass hiebei ein die Reaction beförderndes Agens, z. B. Kohlensäure, gegenwärtig ist.

Es war zu erwarten, dass aus dem Verhalten des Tricalciumphosphats gegen Eisenhydroxyd und Kohlensäure wichtige Rückschlüsse in Bezug auf die Veränderungen, welche es erfährt, wenn man es dem Boden als Düngemittel einverleibt, gezogen werden könnten, da ja Eisenhydroxyd und Kohlensäure selten fehlende Bestandtheile des letzteren sind.

Auch ist gerade die so wichtige Frage über das Schicksal der dem Boden einverleibten Phosphate des Kalkes bisher nur zu geringem Theil gelöst. Man weiss nur, dass ein in den Boden gebrachtes lösliches Calciumphosphat seine Löslichkeit binnen Kurzem verliert, dass also Monocalciumphosphat in Di-, unter günstigen Umständen selbst in Tricalciumphosphat übergeht, und

schreibt man dieses „Zurückgehen“ der Phosphorsäure der neutralisirenden Wirkung des kohlensauren Kalkes und der Sesquioxyde des Eisens und der Thonerde zu, welche Substanzen ja stets im Culturboden enthalten sind.

Die weitere Frage aber, in welcher Weise das nun löslich gewordene Calciumphosphat mit den andern Bodenbestandtheilen in Wechselwirkung tritt, ist bis jetzt noch vollständig offen.

Obwohl die Hauptaufgabe der vorliegenden Untersuchung in dem Studium der Einwirkung von Eisenhydroxyd auf Tricalcium phosphat bei Gegenwart von Kohlensäure bestand, so musste doch vorerst das Verhalten des Tricalciumphosphats gegen Kohlensäure allein in Betracht gezogen werden; es zerfällt hiemit die Arbeit in zwei Theile.

I. Einwirkung von Kohlensäure auf Tricalciumphosphat.

Ob bei der Lösung des Tricalciumphosphats in kohlensäurehältigem Wasser ein chemischer Process stattfindet, ist meines Wissens noch nicht experimentell festgestellt worden. Die Angaben, die man über diesen Punkt in der chemischen Literatur findet, sind wenig zahlreich und beziehen sich lediglich auf die Quantitäten des in Lösung gehenden Tricalciumphosphats. In diesem Sinne hat schon Liebig die Löslichkeit desselben ermittelt, Bischoff, Williams u. A. die der natürlichen Phosphate,[1] L. Mande die Löslichkeit desselben in organischen alkalischen Flüssigkeiten[2] und A. A. Hayes die Löslichkeit des phosphorsauren Kalkes der Knochen beim Liegen derselben in Wasser constatirt.[3]

Der letztgenannte Forscher spricht allerdings von einer Zersetzung des phosphorsauren Kalkes durch Kohlensäure, ohne aber dieser Frage durch experimentelle Untersuchung näher getreten zu sein.

Die Untersuchungen von Fr. Mohr über scheinbar anomale Zersetzungen durch Kohlensäure,[4] welche ergaben, dass bei der

[1] Chem. News, 24, Nr. 631, Dec. 1871.
[2] Compt. rend., t. XLIV, p. 1108—1109.
[3] Chem. Centralbl., 1857.
[4] Ann. Chem. Pharm., 185, 286.

Einwirkung von Kohlensäure auf Lösungen von phosphorsaurem Natron, phosphorsaurem Natronammoniak, essigsaurem Barium und ähnlichen Salzen die Kohlensäure stets zum Theil chemisch gebunden wird, machten es nun sehr wahrscheinlich, dass auch bei der Einwirkung derselben auf Tricalciumphosphat eine chemische Reaction statthat, eine Vermuthung, die durch die folgenden Versuche bestätigt wird.

Die Ausführung der Versuche geschah in folgender Weise: Chemisch reines Tricalciumphosphat wurde in einer bestimmten Quantität von destillirtem Wasser suspendirt und durch diese Flüssigkeit ein mässiger Kohlensäurestrom durchgeleitet. Da sich das Calciumphosphat rasch zu Boden setzt, so musste immer zeitweise geschüttelt oder aufgerührt werden. Nach einer gewissen Zeit wurde filtrirt, die Flüssigkeit auf ein bestimmtes Volumen gebracht und in aliquoten Theilen derselben die in Lösung gegangenen Mengen von Kalk, Phosphorsäure und ganz gebundener Kohlensäure bestimmt.

Die quantitative Bestimmung des Kalkes geschah durch Fällen mit oxalsaurem Ammon unter Zusatz von essigsaurem Natron in der früher salzsauer gemachten Lösung; die der Phosphorsäure nach der Sonnenschein'schen Molybdat-Methode. Wegen der geringen Quantitäten, in welchen diese beiden in Lösung gegangen waren, mussten die Bestimmungen in grösseren Flüssigkeitsmengen vorgenommen werden, die zweckmässig vorerst auf ein kleines Volumen abgedampft wurden. Jene Theile, die zu Kalkbestimmungen dienten, wurden vor dem Concentriren mit Salzsäure, jene für die Phosphorsäurebestimmungen mit Salpetersäure angesäuert.

Jene Flüssigkeitstheile, in welchen die Menge der an Kalk ganz gebundenen Kohlensäure bestimmt werden sollten, wurden in einer vollkommen säurefreien Atmosphäre[1] in der Platinschale zur Trockene eingedampft und dieser Abdampfrückstand bei circa 230° C. bis zur Gewichtsconstanz getrocknet. Da dieser nur aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk bestehen konnte, so

[1] Ich konnte mich wiederholt überzeugen, dass selbst ein geringer Salzsäuregehalt der Atmosphäre genügt, um auf ein in Lösung befindliches Carbonat zersetzend einzuwirken, wenn man das Abdampfen derselben in offenen Gefässen vornimmt.

musste der Glühverlust die Menge der an Kalk ganz gebundenen Kohlensäure ergeben. Eine Schwierigkeit bestand hiebei in der Hygroskopicität dieses Abdampfrückstandes. Bei einigen Versuchen wurde die Kohlensäure desselben auch direct, d. h. durch Behandeln des Rückstandes mit Salzsäure und Auffangen der entweichenden Kohlensäure in Kalilauge, bestimmt. Doch konnte ich mich überzeugen, dass die erstgenannte Methode für die Bestimmung sehr kleiner Kohlensäuremengen vortheilhafter ist, wesshalb sie auch bei den nachstehenden Versuchen fast ausschliesslich angewendet wurde.

---

1. Versuch. $^1/_2$ *g* Tricalciumphosphat wurde in 1 *l* Wasser suspendirt und durch 24^h Kohlensäure hindurchgeleitet. Die erhaltene Lösung wurde nach dem Filtriren auf 1500 cm^3 gebracht und in je 500 cm^3 eine Kalk-, Phosphorsäure- und Kohlensäurebestimmung gemacht.

Auf 1 *l* gerechnet wurde gefunden:

0·1062 *g* CaO, 0·0916 *g* P_2O_5 und 0·0254 *g* CO_2.

2. Versuch. Wie oben, nur wurde während 48^h Kohlensäure durchgeleitet.

Die Lösung enthielt im Liter:

	1.	2.	Mittel
CaO.....	0·0844	0·0900	0 0872
P_2O_5	0·0837	0·0843	0·0840
CO_2	0·0129	—	0·0129

3. Versuch. Wie oben. Die Lösung enthielt im Liter:

0·1000 *g* CaO, 0·0872 *g* P_2O_5 und 0·00676 *g* CO_2.

4. Versuch. Wie oben. Die Lösung enthielt im Liter:

0·1114 *g* CaO, 0·0928 *g* P_2O_5 und 0·0096 *g* CO_2.

5. Versuch. Wie oben, doch wurde bloss 40h Kohlensäure eingeleitet.

Die Lösung enthielt im Liter:

0·0864 *g* CaO, 0·0706 *g* P_2O_5 und 0·0089 *g* CO_2 (Mittel von zwei Bestimmungen).

6. Versuch. Es wurde während 48h Kohlensäure durchgeleitet; sonst wie oben. Die Lösung enthielt im Liter:

0·0908 *g* CaO, 0·0762 *g* P_2O_5 und 0·0081 *g* CO_2.

7. Versuch. Wie oben, nur wurde während 70h Kohlensäure durchgeleitet und geschah die Bestimmung der ganz gebundenen Kohlensäure wegen ihrer geringen Menge, bei diesem Versuch sowohl, wie auch bei allen nächstfolgenden, in einem grösseren Theil der Lösung.

Die Lösung enthielt im Liter:

0·1108 *g* CaO, 0·0956 *g* P_2O_5 und 0·0082 *g* CO_2.

8. Versuch. Wie oben, doch wurde wieder bloss 48h Kohlensäure eingeleitet. Die Lösung enthielt im Liter:

0·1028 *g* CaO, 0·0796 *g* P_2O_5 und 0·0065 *g* CO_2.

9. Versuch. Wie oben. Die Lösung enthielt im Liter:

0·0599 *g* CaO, 0·0471 *g* P_2O_5 und 0·0042 *g* CO_2.

10. Versuch. 3 *g* Tricalciumphosphat wurden in 10 *l* Wasser suspendirt und während $2^1/_2$ Tagen ununterbrochen Kohlensäure durchgeleitet. Die Lösung enthielt im Liter:

	1.	2.	3.	4.	Mittel
CaO.....	0·1144	0·1152	0·1158	0·1174	0·1157
P_2O_5	0·0858	0·0858	0·0860	0·0880	0·0866
CO_2	0·0133	0·0132	0·0140	0·0130	0·0134

11. Versuch.[1] 2 *g* Tricalciumphosphat wurden in 7 *l* Wasser suspendirt und durch 5 Tage ununterbrochen Kohlensäure durchgeleitet.

[1] Dieser Versuch, wie auch der vorhergehende, wurde in einer paraffinirten Flasche vorgenommen, da der Fall immerhin nicht ausgeschlossen

Die Lösung enthielt im Liter:

	1.	2.	3.	Mittel
CaO.....	0·1440	0·1366	—	0·1403
P_2O_5	0·1040	0·1036	—	0·1038
CO_2	0·0130	0·0129	0·0125	0·0128

Durch diese Versuche ist nun zunächst bewiesen, dass bei der Einwirkung von Kohlensäure auf Tricalciumphosphat wirklich ein chemischer Process stattfindet, da bei jedem derselben eine gewisse Quantität der eingeleiteten Kohlensäure chemisch gebunden worden ist. Es besteht dieser Process der Hauptsache nach offenbar darin, dass die Kohlensäure dem Tricalciumphosphat einen Theil des Kalkes unter Bildung von Calciumcarbonat entzieht, welch' letzteres sich in der kohlensäurehältigen Flüssigkeit auflöst. Es muss aber auch ein Phosphat des Calciums in Lösung gehen, da in dieser neben einem Überschuss von Kalk immer auch Phosphorsäure enthalten ist.

Zur Berechnung des Verhältnisses, in welchem die in Lösung gegangene Phosphorsäure an Kalk gebunden ist, muss man zunächst ausrechnen, wie viel Kalk die in Lösung gegangene ganz gebundene Kohlensäure zur Bildung von Calciumcarbonat braucht; zieht man diese Kalkmenge von der Gesammtmenge des in Lösung gegangenen Kalkes ab, so ergibt sich als Differenz jener Theil des Kalkes, welcher an Phosphorsäure gebunden ist.

Zur besseren Übersicht habe ich die Resultate dieser Berechnung in folgender Tabelle zusammengestellt, wobei die absoluten Mengen von Kalk, Phosphorsäure und Kohlensäure, welche in Lösung gegangen waren, in procentischen Verhältnisszahlen ausgedrückt sind:

---

ist, dass sich auch etwas der Glassubstanz auflöst und die Reaction bee in flusst.

	Gesammt-CaO	CaO an CO_2 gebunden	CaO an P_2O_5 gebunden	CO_2	P_2O_5	P_2O_5 für $(CaO)_2P_2O_5$ berechnet	Differenz gegen die gefundene Menge von P_2O_5	P_2O_5 für $(CaO)_3P_2O_5$ berechnet	Differenz gegen die gefundene Menge von P_2O_5
1. Versuch	47·58%	14·48%	33·1 %	11·38%	41·04%	41·96%	0·92%	—	—
2. Versuch	47·36	8·91	38·45	7·00	45·62	48·74	3·12	32·49%	13·13%
3. Versuch	51·58	4·42	47·16	3·47	44·94	59·80	14·80	39·86	5·10
4. Versuch	52·12	5·67	46·45	4·46	43·42	58·89	15·47	39·26	4·16
5. Versuch	52·07	6·79	45·28	5·34	42·59	57·41	14·82	38·27	4·55
6. Versuch	51·83	5·88	45·95	4·62	43·54	58·26	14·72	38·83	4·71
7. Versuch	51·61	4·86	46·75	3·82	44·56	59·27	14·71	39·51	5·05
8. Versuch	54·43	4·35	50·08	3·42	42·15	63·50	21·35	42·32	0·17
9. Versuch	53·84	4·80	49·04	3·77	42·38	62·17	19·79	41·45	0·93
10. Versuch	53·64	7·9	45·74	6·21	40·14	57·99	17·85	38·66	1·48
11. Versuch	54·61	6·33	48·28	4·98	40·40	61·21	20·81	40·81	0·14

Aus dieser Zusammenstellung der gefundenen und berechneten Zahlen ergibt sich zunächst, dass bei der Einwirkung von Kohlensäure auf Tricalciumphosphat folgender Process stattfinden muss:

$$Ca_3(PO_4)_2 + CO_2 + H_2O = Ca_2H_2(PO_4)_2 + CaCO_3.$$

Es findet also eine Zerlegung des Tricalciumphosphats in Calciumcarbonat und Dicalciumphosphat statt.

Damit ist aber nicht erklärt, wieso die Aufschliessung des Tricalciumphosphats zu Dicalciumphosphat nur bei einem einzigen Versuch (Nr. 1) vollständig vor sich gegangen ist, während sie bei allen anderen nur theilweise stattgefunden hat. Ein Vergleich der Tabelle mit der auf Seite 569 und 570 gegebenen Beschreibung der Versuche zeigt sogar, dass die Aufschliessung eine umso geringere war, je länger die Einwirkung der Kohlensäure auf das Tricalciumphosphat stattgefunden hatte.[1]

Am naheliegendsten ist es nun anzunehmen, dass der oben aufgestellte Process nur am Anfange vor sich geht und dass sich später das noch ungelöste Tricalciumphosphat zum Theil auch als solches auflöst, da die Gegenwart des nunmehr in Lösung vorhandenen doppeltkohlensauren Kalkes jedenfalls hindernd auf die Bildung einer grösseren Menge von Dicalciumphosphat einwirken muss; ist es ja bekannt, dass der kohlensaure Kalk im Stande ist, Dicalciumphosphat in Triphosphat umzuwandeln.

Zur experimentellen Stütze des eben Gesagten wurden folgende zwei Versuche angestellt:

3 *g* Tricalciumphosphat und 2 *g* Calciumcarbonat wurden in 8 *l* Wasser vertheilt und der Einwirkung eines Kohlensäurestromes ausgesetzt.

---

[1] Dass die in Lösung gegangenen Mengen von Kalk, Phosphorsäure und Kohlensäure und insbesonders das Verhältniss der gelösten Quantitäten der beiden erstgenannten Substanzen bei den obigen Versuchen so wenig mit der Dauer der Einwirkung des Kohlensäurestromes übereinstimmen, lässt sich darauf zurückführen, dass nicht alle Versuche unter denselben äusseren Umständen, wie: Temperatur, Häufigkeit des Aufrührens etc. vorgenommen werden konnten. Jene Versuche, bei welchen dies annähernd stattgefunden hat, stimmen aber ziemlich gut mit einander überein, so Nr. 1 mit 2; 3 mit 4, 5, 6, 7; 8 mit 9, 10 und 11.

1. Versuch. Dauer des Einleitens 24^h; die Lösung enthielt im Liter:

0·1844 *g* CaO, 0·3370 *g* P_2O_5 und 0·1100 *g* CO_2.

2. Versuch. Dauer des Erhitzens 48^h; die Lösung enthielt im Liter:

	1.	2.	Mittel
CaO.....	0·2136	0·2105	0·2120 *g*
P_2O_5	0·06074	0·06204	0·0614
CO_2	0·1120	0·1093	0·1106

Die gefundenen Mengen procentisch ausgedrückt und tabellarisch zusammengestellt:

	Gesammt-CaO	CaO an CO_2 gebunden	CaO an P_2O_5 gebunden	CO_2	P_2O_5	P_2O_5 für $Ca_3(PO_4)_2$ berechnet
1. Versuch ..	56·20%	42·66%	13·54%	33·52%	10·27%	11·4 %
2. Versuch ..	55·20	36·65	18·55	28·80	15·99	15·68

Das Ergebniss dieser zwei Versuche ist daher, dass sich Tricalciumphosphat in einer Lösung von doppeltkohlensaurem Kalk als solches löst.

Der bei der Einwirkung von Kohlensäure auf Tricalciumphosphat hinterbleibende ungelöste Rückstand wurde bei einem Versuch ebenfalls analysirt, und zeigte sich — wie ja nicht anders zu erwarten war — dass derselbe aus fast reinem Tricalciumphosphat besteht, dem eine sehr geringe Menge von kohlensaurem Kalk beigemischt ist.

Gefunden	Berechnet für $Ca_3(PO_4)_2$
0·0774 *g* CaO	
0·0606 *g* P_2O_5	0·0654 *g* P_2O_5

Sein Kohlensäuregehalt war so minimal, dass er quantitativ nicht bestimmt werden konnte.

II. Einwirkung von Eisenhydroxyd auf Tricalciumphosphat bei Gegenwart von Kohlensäure.

Dass bei der Einwirkung von Eisenhydroxyd auf Tricalciumphosphat möglicherweise ein chemischer Process stattfinden kann, dafür spricht unter Anderem die wichtige Rolle, welche das Eisenhydroxyd bei der Absorption der Phosphorsäure durch den Boden spielt.[1] Meine diesbezüglichen Versuche ergaben nun, dass das Eisenhydroxyd thatsächlich im Stande ist, auf das Tricalciumphosphat phosphorsäureentziehend zu wirken, vorausgesetzt, dass man die beiden Substanzen bei Gegenwart von Wasser und Kohlensäure aufeinander einwirken lässt.[2]

Die Ausführung der Versuche, wie auch die quantitative Bestimmung der in Lösung gegangenen Mengen von Kalk, Phosphorsäure und ganz gebundener Kohlensäure geschah genau so wie bei den im ersten Theile dieser Arbeit beschriebenen Versuche (S. 569 und 570). Das Eisenhydroxyd wurde stets in frisch gefälltem Zustande angewendet.

I. Versuch. 1 *g* Tricalciumphosphat und Eisenhydroxyd aus 0·4 *g* Eisen wurden in 450 cm^3 Wasser vertheilt und durch 17^h Kohlensäure durchgeleitet. Die erhaltene Lösung enthielt (nach dem Filtriren) im Liter:

0·0776 *g* CaO, 0·0165 *g* P_2O_5 und 0·041 *g* CO_2.

---

[1] Ritthausen: Landwirthschaftliche Versuchsstationen, Bd. 20, S. 401; siehe ferner das Capitel über die Absorption der Phosphorsäure im Lehrbuch der Agriculturchemie von R. Sachse.

[2] Es ist aber nicht unmöglich, dass ein ähnlicher Process auch ohne die Mithilfe der Kohlensäure stattfinden kann; wenigstens ergab ein in dieser Richtung angestellter Versuch, dass durch längeres Aufeinanderwirken von Eisenhydroxyd und Tricalciumphosphat, bei Gegenwart von viel Wasser, eine Lösung erhalten wird, die in 2 *l* 0·035 *g* CaO und 0·00563 *g* P_2O_5 enthält, während der gefundenen Kalkmenge, auf $Ca_3(PO_4)_2$ gerechnet, 0·0303 *g* P_2O_5 — also viel mehr — entspricht.

Die bei diesem Versuche in Lösung gegangenen Substanzmengen sind aber so gering, dass von einem näheren Studium dieser Reaction Abstand genommen wurde.

II. Versuch. 0·43 *g* Tricalciumphosphat und Eisenhydroxyd aus 0·18 *g* Eisen wurden in 1 *l* Wasser suspendirt und während 30^h unter Eiskühlung Kohlensäure durchgeleitet. Die Lösung enthielt im Liter:

0·1117 *g* CaO, 0·0537 *g* P_2O_5 und 0·0219 *g* CO_2.

Die Analyse des ungelösten Rückstandes ergab, dass derselbe 0·0506 *g* CaO und 0·1244 *g* P_2O_5 enthielt. Nimmt man an, dass der Kalk an die Phosphorsäure in Form von Triphosphat gebunden ist, so entfallen auf die gefundene Menge desselben 0·0427 *g* P_2O_5; folglich ist der Rest von 0·0816 *g* P_2O_5 dem Tricalciumphosphat durch das Eisenhydroxyd entzogen worden und an dieses letztere gebunden.[1]

III. Versuch. 0·4524 *g* Calciumphosphat und Eisenhydroxyd aus 0·17 *g* Eisen wurden in 1 *l* Wasser suspendirt und während 100^h unter Eiskühlung Kohlensäure durchgeleitet. Die Lösung enthielt im Liter:

0·1341 *g* CaO, 0·0774 *g* P_2O_5 und 0·0192 *g* CO_2.

Der Rückstand enthielt: 0·0647 *g* CaO und 0·0941 *g* P_2O_5; die gefundene Kalkmenge braucht zur Bildung von Tricalciumphosphat 0·0546 *g* P_2O_5, folglich sind 0·0394 *g* P_2O_5 an Eisen gebunden.

Controle:

Gesammtkalk (in der Lösung und dem Rückstand)		Gesammtphosphorsäure (in der Lösung und dem Rückstand)	
Gefunden	Berechnet (aus der angewandten Menge von Tricalciumphosphat)	Gefunden	Berechnet (aus der angewandten Menge von Tricalciumphosphat)
0·2654 *g* CaO	0·2452 *g* CaO	0·2101 *g* P_2O_5	0·2072 *g* P_2O_5

[1] Die Analyse des Rückstandes bildet auch eine Controle für die Richtigkeit der in der Lösung ausgeführten Kalk- und Phosphorsäurebestimmungen.

Gesammtkalk (in der Lösung und dem Rückstand)		Gesammtphosphorsäure (in der Lösung und dem Rückstand)	
Gefunden	Berechnet (aus der angewandten Menge von Tricalciumphosphat)	Gefunden	Berechnet (aus der angewandten Menge von Tricalciumphosphat)
0·2182 *g* CaO	0·2334 *g* CaO	0·2048 *g* P_2O_5	0·1972 *g* P_2O_5

IV. Versuch. 2·4 *g* Tricalciumphosphat und Eisenhydroxyd aus 1 *g* Eisen wurden in 10·5 *l* Wasser suspendirt und während dreier Tage ununterbrochen Kohlensäure durchgeleitet. Die Lösung enthielt im Liter:

	1.	2.	3.	4.	5.	Mittel
CaO	0·1144	0·1148	0·1186	0·1202	0·1234	0·1182
P_2O_5	0·0658	0·0658	0·0659	0·0661	0·0664	0·0661
CO_2	0·0211	0·0213	0·0218	0·0204	—	0·0212

V. Versuch. 3 *g* Tricalciumphosphat und Eisenhydroxyd aus 4 *g* Eisen wurden in 10·5 *l* Wasser suspendirt und während 50^h Kohlensäure durchgeleitet. Nach dieser Zeit wurde filtrirt und die Lösung in zwei Theile zu je 5 *l* getheilt. Diese beiden Theile sollen mit Lösung Nr. 1 und Nr. 2 bezeichnet werden. Die Lösung Nr. 1 enthielt im Liter:

	1.	2.	3.	Mittel
CaO	0·1192	0·1182	0·1126	0·1167 *g*
P_2O_5	0·0345	0·0347	—	0·0346
CO_2	0·0495	0·0530	—	0·0514

Die Lösung Nr. 2 wurde mit genau 5 *l* Wasser verdünnt und mit einer neuen Menge von Eisenhydroxyd aus 1 *g* Eisen durch 70^h der Einwirkung eines Kohlensäurestromes ausgesetzt; die nun resultirende Lösung enthielt in 2 *l*:

	1.	2.	Mittel
CaO	0·1126	0·1132	0·1129 *g*
P_2O_5	0·0082[1]	0·0072	0·0077
CO_2	0·0739	0·0742	0·0740

[1] Diese Bestimmung wurde wegen der geringen Menge der in Lösung befindlichen Phosphorsäure in 4 *l* derselben vorgenommen.

In dem ungelösten Rückstand wurde eine Phosphorsäurebestimmung ausgeführt und hiebei 0·1373 *g* P_2O_5 gefunden; daraus rechnete ich (mit Hilfe der in der Lösung Nr. 1 gefundenen Phosphorsäuremenge) die in der zweiten Columne angeführte Phosphorsäuremenge.

Controle:

Im Rückstande sind 0·1373 *g* P_2O_5 enthalten,
in der ganzen Lösung Nr. 2 0·0408 *g* „ „

Summe 0·1781 *g* P_2O_5 gegen 0·1730 *g* P_2O_5,

welche sich durch Rechnung aus der bei der Analyse der Lösung Nr. 1 gefundenen Phosphorsäuremenge ergibt.

Trotzdem sich also die Differenzen in den Phosphorsäurebestimmungen nur innerhalb der erlaubten Grenzen bewegen und auf den durch die analytische Methode bedingten Fehler zurückzuführen sind, konnten wegen der so geringen Menge der Phosphorsäure, wo eine kleine Differenz einen grossen Ausschlag gibt, die oben erhaltenen Zahlen nicht weiter benützt werden.

Doch war der Zweck dieses letzteren Versuches mit der Lösung Nr. 2 insoferne erreicht, als durch denselben constatirt ist, dass durch nochmalige Behandlung mit einer frischen Menge von Eisenhydroxyd eine weitere Phosphorsäureentziehung stattfindet. Um zu sehen, wie weit dies getrieben werden kann, wurden 2 *l* der Lösung Nr. 2 abermals mit frischem Eisenhydroxyd aus 1 *g* Eisen während 24^h einem Kohlensäurestrom ausgesetzt. In der nunmehr erhaltenen Lösung war nur mehr kohlensaurer Kalk und keine Spur von Phosphorsäure enthalten.

VI. Versuch.[1] 3 *g* Tricalciumphosphat und Eisenhydroxyd aus 1 *g* Eisen wurden in 10 *l* Wasser suspendirt und während 20^h Kohlensäure durchgeleitet. Die Lösung enthielt im Liter:

	1.	2.	3.	Mittel
CaO.....	0·1196	0·1212	0·1220	0·1214 *g*
P_2O_5	0·0764	0·0765	0·0774	0·0767
CO_2	0·0140	0·0133	0·0143	0·0139

[1] Dieser Versuch, ebenso wie der nächstfolgende, wurde in einer paraffinirten Flasche vorgenommen, um einen eventuellen Einfluss gelöster Glassubstanz auszuschliessen.

VII. Versuch. 2·5 *g* Tricalciumphosphat und Eisenhydroxyd aus 2 *g* Eisen wurden in 8 *l* Wasser suspendirt und während 20^h Kohlensäure durchgeleitet. Die Lösung enthielt im Liter:

	1.	2.	3.	Mittel
CaO.....	0·1206	0·1210	—	0·1208 *g*
P_2O_5	0·0542	[1]	[1]	0·0542
CO_2	0·0307	0·0321	0·0334	0·0320

Der ungelöste Rückstand enthielt:

0·2890 *g* CaO, 0·4470 *g* P_2O_5 und 0·0079 *g* CO_2.

In diesem Rückstand ist also auch eine geringe Quantität von Kohlensäure enthalten; diese braucht zur Bildung von Calciumcarbonat 0·0100 *g* CaO, daher sind 0·2350 *g* P_2O_5 an Kalk und 0·2120 *g* P_2O_5 an Eisen gebunden. Der Gehalt dieses Rückstandes an kohlensaurem Kalk erklärt sich wohl am einfachsten so, dass man annimmt, dass während des Filtrirens der Lösung ein Theil der absorbirten Kohlensäure entweicht und sich in Folge dessen ein Theil des in Lösung befindlichen Calciumcarbonats niederschlägt.

Das Resultat der eben beschriebenen Versuche ist nun zunächst, dass das Eisenhydroxyd im Stande ist, dem Tricalciumphosphat bei Gegenwart von Kohlensäure die Phosphorsäure zu entziehen, und dass dieser Process unter gewissen Umständen (siehe den V. Versuch) sogar quantitativ verläuft.

Zur Berechnung des Verhältnisses, in welchem die in Lösung gegangene Phosphorsäure an Kalk gebunden ist, habe ich den schon im ersten Theile dieser Arbeit (siehe S. 571) eingeschlagenen Weg benützt, und sind die Resultate dieser Berechnung in folgender Tabelle zusammengestellt, wobei, ebenso wie früher, die absoluten Mengen von Kalk, Phosphorsäure und Kohlensäure, welche in Lösung gegangen waren, in procentischen Verhältnisszahlen ausgedrückt sind.

---

[1] Diese Bestimmungen misslangen.

	Gesammt-CaO	CaO an CO_2 gebunden	CaO an P_2O_5 gebunden	CO_2	P_2O_5	P_2O_5 berechnet für $Ca_3(PO_4)_2$	Differenz gegen die gefundene Menge von P_2O_5	P_2O_5 berechnet für $(CaO)_4P_2O_5$	Differenz gegen die gefundene Menge von P_2O_5
I. Versuch.....	57·44%	38·65%	18·79%	30·37%	12·19%	15·88%	3·69%	11·91%	0·28%
II. Versuch.....	59·64	14·9	44·74	11·71	28·65	—	—	28·36	0·29
III. Versuch.....	58·14	10·59	47·55	8·32	33·53	40·2	6·67	30·14	3·39
IV. Versuch.....	57·53	13·13	44·4	10·32	32·15	37·52	4·97	28·14	4·02
V. Versuch.....	57·57	32·26	25·31	25·35	17·07	—	—	16·04	1·03
VI. Versuch.....	57·26	8·34	48·92	6·56	36·17	41·35	5·18	31·01	5·16
VII. Versuch....	58·35	19·68	38·67	15·46	26·18	32·68	6·5	24·51	1·67

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass bei dem Processe der Entziehung der Phosphorsäure des Tricalciumphosphats durch Eisenhydroxyd das Verhältniss zwischen den in Lösung befindlichen Mengen von Kalk und Phosphorsäure bedeutend alterirt worden ist, indem diese nun im Verhältniss von $4CaO : 1P_2O_5$ mit einander verbunden erscheinen. Die Analysenresultate bei den Versuchen I, II, III, V und VII stimmen mehr weniger gut auf die Formel $(CaO)_4P_2O_5$, während bei den Versuchen IV und VI die Phosphorsäureentziehung nicht so weit gegangen ist; die erhaltenen Zahlen entsprechen aber immerhin mehr der Formel $(CaO)_4P_2O_5$ als jener des Tricalciumphosphats. Dass in diesen zwei Fällen der Process nicht so weit gediehen ist, führe ich, nach den Erfahrungen, die ich bei dem Studium dieser Reaction gemacht habe, auf eine ungenügende Menge von Eisenhydroxyd zurück.

Ob nun wirklich bei der in Rede stehenden Reaction ein Tetracalciumphosphat entsteht, lässt sich mit Gewissheit nicht sagen, da immerhin der Fall möglich, wenn auch nicht wahrscheinlich ist, dass die untersuchten Lösungen ein, oder mehrere noch basischere Phosphate, neben Tricalciumphosphat, enthielten.

Will man nun aus den Resultaten der vorliegenden Untersuchung einen Rückschluss auf die Umwandlungen, welche ein in den Boden gebrachtes Calciumphosphat erleidet, ziehen, so ergibt sich, dass dieses — die Gegenwart einer genügenden Menge von Eisenhydroxyd und Kohlensäure vorausgesetzt — seine Phosphorsäure an das Eisen abgibt, so dass also schliesslich die ganze Phosphorsäure, welche man dem Boden in Form eines Calciumphosphats zugeführt hat, in diesem als phosphorsaures Eisenoxyd enthalten ist.

Die Thonerde, welcher man eine ähnliche Rolle wie dem Eisenhydroxyd zuschreiben muss, kommt hiebei weniger als das letztere in Betracht, da sie, als stärkste Silicatbase, bei der Verwitterung der Gesteine wohl in weit geringerem Masse als das Eisenhydroxyd auftreten dürfte.

Die obige Annahme, dass die absorbirte Phosphorsäure — in jenen Fällen, in welchen die Umstände dafür günstig sind — im Boden an Eisen gebunden ist, erklärt unter Anderem auch die Thatsache, dass Lysimeter- und Drainwässer immer nur eine äusserst geringe Menge Phosphorsäure enthalten.

Zur Beantwortung der weiteren Frage, in welcher Weise die so absorbirte Phosphorsäure wieder in Lösung gebracht wird, fehlt bis jetzt das experimentelle Material; die von Tuxen[1] gefundene Thatsache, dass bereits absorbirte Phosphorsäure durch Natriumsalze leichter als mit reinem Wasser ausgewaschen werden kann, dürfte aber vielleicht einen Anhaltspunkt zur Lösung dieser Frage geben.

---

[1] Peters, Ann. d. Landw., Bd. 49, S. 31.

Über die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf Cinchonin

von

Dr. G. Pum.

Aus dem chemischen Institute der k. k. Universität Graz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. October 1891.)

Wie Zd. H. Skraup in einer kurzen Notiz[1] mitgetheilt hat, verhalten sich die Chinaalkaloide gegen Jodwasserstoffsäure zum Theil ganz anders, als nach ihrem Verhalten gegen Chlor und Bromwasserstoffsäure hätte vermuthet werden können, und letzteres gilt unter andern auch vom Cinchonin, dessen Untersuchung von mir durchgeführt worden ist. Dasselbe Thema haben später auch die Herren Lippmann und Fleissner in Angriff genommen,[2] sind aber merkwürdigerweise im wesentlichen Punkte zu ganz anderen Resultaten gelangt als ich. Dies ist die Veranlassung, dass ich meine Arbeit in dem Stadium, in welchem sie vor Beginn der Sommerferien lag, veröffentliche.[3]

---

[1] Diese Monatshefte, XII, 431.

[2] Berl. Ber., 1891, 2827.

[3] In der Mittheilung über „Einwirkung von Jodwasserstoff auf Chinin und Isochinin" im Juliheft haben die Herren Lippmann und Fleissner nicht das Geringste erwähnt, dass sie die Versuche über das Chinin hinaus ausdehnen wollen. Dass im hiesigen Institute Arbeiten über das Verhalten aller leicht zugänglichen Chinaalkaloide gegen Jodwasserstoffsäure ausgeführt werden, haben die Herren um Mitte Juli durch einen leider vergeblichen Briefwechsel erfahren, der eine billige Abgrenzung des Gebietes bezweckt hat, aber auch bei dieser Gelegenheit nichts von jener Ausdehnung mitgetheilt.

Additionsproduct aus Cinchonin und Jodwasserstoffsäure.

30 *g* aus dem Sulfat gefälltes, bei 120° getrocknetes Cinchonin wurden mit 150 *g* mit gewöhnlichem Phosphor entfärbter Jodwasserstoffsäure vom specifischen Gewichte 1·7 vier Stunden auf dem Dampfbade erwärmt. Beim Mischen der Säure mit dem Cinchonin erstarrt anfangs die ganze Masse, beim Erwärmen tritt nach und nach fast vollständige Lösung ein, später aber scheidet sich allmälig ein gelber krystallinischer Niederschlag ab, welcher sich nach ungefähr vierstündigem Erhitzen nicht mehr vermehrt. Nach dem Erkalten wurden die abgeschiedenen Krystalle durch Absaugen von der überschüssigen Jodwasserstoffsäure befreit und mit absolutem Alkohol gewaschen. Sie wurden durch zweimaliges Umkrystallisiren aus kochendem 50%igem Alkohol gereinigt. Die überschüssige Jodwasserstoffsäure destillirte ich im Vacuum ab, sie hinterliess nur kleine Mengen eines Rückstandes, der sich von den erst erhaltenen Krystallen nicht unterschied. Die gereinigte Substanz bildet gelbliche grössere Krystalle, die ziemlich lichtempfindlich sind, sie bräunen sich schon nach kurzer Zeit am Lichte, sind in absolutem Alkohol sehr schwer, in der ungefähr zehnfachen Menge heissen 50%igen Alkohols löslich. Durch längeres Kochen mit Alkohol, beim Eindampfen der Lösungen bei gewöhnlichem Luftdrucke sowohl, als auch im Vacuum tritt Zersetzung ein und scheiden sich beim Einengen braun gefärbte Krusten ab, aus denen in keiner Weise mehr die früher erwähnten Krystalle erhalten werden konnten. Die Ausbeute nicht umkrystallisirter Substanz ist nahezu quantitativ.

Die reinen Krystalle sind bei Lichtabschluss beständig, erhitzt entwickeln sie um 223 Joddämpfe und schmelzen bei 230.

I. 0·649 *g* Substanz, über H_2SO_4 getrocknet, gaben 0·673 *g* AgJ.
II. 0·2045 *g* Substanz, über H_2SO_4 getrocknet, gaben 0·251 *g* CO_2 und 0·0685 *g* H_2O.

	Berechnet für $C_{19}H_{22}N_2O(HJ)_3$	Gefunden
C.....	33·69	33·44
H.....	3·68	3·71
J.....	56·16	56·08

Die angeführten Zahlen der Analysen ergeben, dass ein Molekül Cinchonin drei Moleküle Jodwasserstoff aufgenommen hat, da aber im sauren Cinchoninsalz auf ein Molekül Base nur zwei Moleküle Jodwasserstoff kommen, so geht zweifellos daraus hervor, dass Jodwasserstoff auch additionell aufgenommen worden ist. Zu einem ähnlichen Resultat kommen auch die Herren Lippmann und Fleissner, nur fanden sie den Schmelzpunkt der additionellen Verbindung bei 220° anstatt 230°.

Um zu entscheiden, wie viele Moleküle Jodwasserstoff als Säure fungiren, respective an das Cinchonin addirt sind, wurde eine stufenweise Abspaltung von Jodwasserstoff mit ungefähr 5% alkoholischen Ammoniak versucht. Bei Anwendung der theoretischen Mengen von alkoholischem Ammoniak, um ein Molekül, als auch zwei Moleküle Jodwasserstoff abzuspalten, sowie auch bei Zusatz von überschüssigem Ammoniak erhielt ich immer dasselbe Reactionsproduct, und zwar sowohl bei längerer Einwirkung bei gewöhnlicher Temperatur, als auch beim Erwärmen auf dem Dampfbade. Die beste Ausbeute ergab folgendes Verfahren: 5 *g* der fein gepulverten Verbindung $C_{19}H_{22}N_2O(HJ)_3$ werden mit 10 *g* absolutem Alkohol in einem Becherglase angerührt und unter beständigem Umrühren nach und nach 2·4 cm^3 alkoholisches Ammoniak (1 $cm^3 = 0{\cdot}05355\ NH_3$) aus einer Bürette zufliessen gelassen. Die Flüssigkeit reagirte alkalisch, ein darüber gehaltenes feuchtes rothes Lackmuspapier wurde durch das freie Ammoniak gebläut. Bei Zusatz des Ammoniaks geht die gelbe Farbe in weiss über, es tritt zum grossen Theile Lösung ein, erst nach längerer Zeit und starkem Rühren erstarrt das Ganze zu einem gelblichweissen Krystallbrei. Derselbe abgesaugt und mit wenig absolutem Alkohol gewaschen, löst sich in der zehnfachen Menge kochenden absoluten Alkohols, aus welcher Lösung sich beim Erkalten gelblichweisse nadelförmige Krystalle abscheiden. Um dieselben zu reinigen, wurden sie nochmals aus kochendem absoluten Alkohol umkrystallisirt. Die so erhaltenen Krystalle sind fast weiss, färben sich am Lichte ebenfalls gelb bis braun, sind, vom Lichte geschützt, beständig und bilden weiche Nadeln. Beim längeren Kochen mit Alkohol tritt ebenfalls Zersetzung ein, es bilden sich amorphe häutige Abscheidungen. Beim blossen Aufkochen mit absolutem Alkohol lösen sie sich in der 10—12fachen

Menge desselben ohne Zersetzung, und beim Erkalten krystallisirt der grösste Theil aus. Die durch Ammoniak abgeschiedenen Krystalle schmelzen bei 158—160°, nach dem Umkrystallisiren erhöht sich der Schmelzpunkt auf 187—190°, dann nicht mehr. Dem Schmelzen geht Bräunung voraus, die bei 175° deutlich wird. Von der über concentrirter H_2SO_4 im Dunkeln getrockneten Substanz gaben:

0·220 *g* 0·334 *g* CO_2 und 0·087 *g* H_2O.
0·253 *g* 0·216 *g* AgJ.

	Berechnet für $C_{19}H_{22}N_2O(HJ)_2$	Gefunden
C.....	41·47	41·36
H.....	4·36	4·39
J.....	46·15	46·08

Die Zahlen der Analyse lassen den neuen Körper zweifellos als Dijodwasserstoffadditionsproduct des Cinchonins $C_{19}H_{24}J_2N_2O$ erscheinen. Das früher beschriebene Trijodwasserstoffadditionsproduct ist also das einfach jodwasserstoffsaure Salz.

Nitrat.

2 *g* Dijodwasserstoffcinchonin wurden mit der gleichen Menge Alkohol angerührt und unter Umrühren 8 cm^3 $^9/_{10}$-Normalsalpetersäure zufliessen gelassen, nach längerem Stehen abgesaugt und mit Weingeist gewaschen. Das ausgewaschene Salz krystallisirte ich zweimal aus der fünffachen Menge 25%igen Alkohols um. Es bildet schwach gelblich gefärbte, ziemlich compacte Krystalle, welche lufttrocken über concentrirter Schwefelsäure nichts an Gewicht verlieren, also kein Krystallwasser enthalten.

0·325 *g* Substanz gaben 0·256 *g* AgJ.

	Berechnet für $C_{19}H_{22}N_2(HJ)_2HNO_3$	Berechnet für $C_{19}H_{22}N_2O(HJ)_2(HNO_3)_2$	Gefunden
J.....	41·40	37·54	41·25

Die aus dem Nitrat mit alkoholischem Ammoniak ausgefällte Base zeigte nach einmaligem Umkrystallisiren aus absolutem Alkohol wieder den Schmelzpunkt 187—190°.

Obwohl bei der Darstellung diejenige Menge von Säure, welche zur Bildung des sauren Salzes hinreicht, verwendet wurde, entstand doch nur das neutrale Nitrat.

Sulfat.

2 *g* Dijodwasserstoffcinchonin, mit 2 *g* absolutem Alkohol angerührt, versetzte ich mit 6·6 cm^3 $^{11}/_{10}$-Normalschwefelsäure, dann wurde abgesaugt, mit Alkohol gewaschen, in 10 *g* kochendem 25%igen Alkohol gelöst und erkalten gelassen. Das erhaltene Salz krystallisirt in derben, fast weissen Krystallen und ist wie das Nitrat krystallwasserfrei.

0·325 *g* gaben 0·254 *g* AgJ.
0·531 *g* gaben 0·102 *g* $BaSO_4$.

	Berechnet für $\{C_{19}H_{22}N_2O(HJ)_2\}_2H_2SO_4$	Berechnet für $C_{19}H_{22}N_2O(HJ)_2H_2SO_4$	Gefunden
J	42·38	39·17	42·21
SO_3	6·68	12·35	6·59

Die obigen gefundenen Zahlen stimmen wieder mit denen für das neutrale Salz berechneten, es scheint also das Dijodwasserstoffcinchonin nicht befähigt zu sein, saure Salze zu bilden. Nachdem die Base $C_{19}H_{24}J_2N_2O$ ohne Änderung ihrer Zusammensetzung in Salze übergeführt und aus diesen ohne Änderung des Schmelzpunktes abgeschieden werden konnte, kann über ihre Zusammensetzung und über die Thatsache, dass Cinchonin sich gegen concentrirte Jodwasserstoffsäure ganz anders verhält wie gegen Chlor und Bromwasserstoffsäure kein Zweifel bestehen. Zu ganz anderen Schlüssen sind die Herren Lippmann und Fleissner gekommen, sie finden das Verhalten des Cinchonins gegen Jodwasserstoff in schönster Übereinstimmung mit den bisherigen Beobachtungen, demnach soll die von ihnen isolirte jodhältige Base die Zusammensetzung $C_{19}H_{23}JN_2O$ haben. Die Aufklärung dieser Differenz muss den genannten Chemikern überlassen bleiben, ich möchte bloss hervorheben, dass der von ihnen angegebene Schmelzpunkt für das „Hydrojodcinchonin", 158° bis

160°, auffallend mit jenem übereinstimmt, den ich bei nicht genügend gereinigtem Dihydrojodcinchonin beobachtet habe.[1]

Einwirkung von C_2H_5ONa auf Dihydrojodcinchonin.

5 *g* Dihydrojodcinchonin wurden mit 5 *g* absolutem Alkohol angerührt und dann mit 0·5 *g* Na, welches in 6 *g* absolutem Alkohol gelöst war, circa 7 Stunden am Rückflusskühler gekocht, bis eine herausgenommene Probe, in Wasser gegossen und ausgewaschen, keine Jodreaction gab. Nun wurde die ganze Masse in Wasser gegossen, abgesaugt und mit Wasser gewaschen. Die zwischen Filtrirpapier getrocknete Substanz digerirte ich dann mit der ungefähr dreifachen Menge Äther, filtrirte und destillirte den Äther auf dem Dampfbade ab. Es hinterblieb ein gelber Syrup, der nach längerer Zeit krystallinisch erstarrte, die Krystalle liessen sich aber weder durch Umkrystallisiren, noch durch Aufstreichen auf Thonplatten von der anhängenden zähen Mutterlauge befreien; auch die Darstellung eines Zinkdoppelsalzes lieferte keinen Erfolg. Der ätherlösliche Theil des Reactionsproductes bildet ungefähr den vierten Theil des Ganzen. Ich werde die Untersuchung desselben, wenn ich genügend Material habe, fortsetzen, um festzustellen, ob Isocinchonin vorliegt oder nicht. Das in Äther nicht lösliche Reactionsproduct ist nichts Anderes als Cinchonin. Nach mehrmaligem Umkrystallisiren aus Alkohol verflüssigten sich die Krystalle bei 252° gleichzeitig mit einer Probe von Cinchonin aus Cinchonindisulfat und stimmten mit diesem auch in Aussehen und Löslichkeit.

Einwirkung von salpetersaurem Silber auf $C_{19}H_{22}(HJ)_3N_2O$.

5·7 *g* $C_{19}H_{22}N_2O(HJ)_3$, in 86 *g* 50%igem Alkohol gelöst, wurden mit 4·3 *g* salpetersaurem Silber in 10 *g* Wasser gelöst und kurze Zeit auf dem Dampfbade erwärmt. Die Umsetzung

[1] Die genannten Chemiker haben mit ihrer Base bloss eine Jodbestimmung ausgeführt, die 28·96% gegenüber 30·08, die sich für $C_{19}H_{23}JN_2O$, 46·15, die sich für $C_{19}H_{24}J_2N_2O$ berechnet, lieferte. Da ich gefunden habe, dass meine Base, mit alkoholischem Ammoniak einige Stunden gekocht, noch immer 40—43% Jod enthält, kann der niedrige Jodgehalt einer Zersetzung des abgeschiedenen Productes kaum zuzuschieben sein.

geht sehr rasch vor sich. Die vom Jodsilber getrennte Lösung war vollständig farblos, sie wurde nun tropfenweise mit kohlensaurem Natron, um etwaiges überschüssiges Silber zu entfernen, versetzt, dann vollständig mit Natriumcarbonat ausgefällt. Der gewaschene Niederschlag zwischen Filtrirpapier getrocknet, gab an Äther fast gar nichts ab. Der ätherunlösliche Rückstand aus absolutem Alkohol mehreremale umkrystallisirt, lieferte Krystalle, welche in den Eigenschaften und dem Aussehen dem Cinchonin glichen und den Schmelzpunkt 251·5° zeigten. Dass die Zersetzung mit Natriumäthylat neben Cinchonin eine zweite Base liefert, die mit Silbernitrat aber fast ausschliesslich Cinchonin, ist erwähnenswerth. Lippmann und Fleissner fanden, dass Wasser unter Druck aus ihrem Producte Cinchonin und vielleicht auch Isocinchonin bildet.

Nascirender Wasserstoff verwandelt das Trihydrojodcinchonin in eine flüssige, im Vacuum anscheinend unzersetzt siedende Base, deren Untersuchung im Gange ist.

BIBLIOTHEEK
Nº
DER W.E. HANDELS-AKADEMIE

Über die Darstellung der Methylpropylessigsäure aus Acetessigester und Malonsäurediäthylester und die Löslichkeitsbestimmungen einiger Salze dieser Säure und der Trimethylessigsäure

von

Eduard Stiassny.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Ad. Lieben an der k. k. Universität in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 5. November 1891.)

Vorliegende Arbeit schliesst sich an die im hiesigen Laboratorium ausgeführten Untersuchungen über Löslichkeit von Salzen der fetten Säuren an. Die Löslichkeitsbestimmungen wurden nach der von Raupenstrauch[1] beschriebenen Methode mit den angegebenen Apparaten ausgeführt.

Um eine Gewähr für die vollständige Sättigung (jedoch nicht Übersättigung) der Lösungen zu haben, wurden die Bestimmungen stets nach der Erwärmungs- und Abkühlungsmethode durchgeführt. Schwer lösliche Salze wurden längere Zeit geschüttelt als leicht lösliche. Die nach beiden Methoden erzielten Resultate stimmen meist in befriedigender Weise überein.

Die Gewichtstheile Salz, welche mit 100 Gewichtstheilen Wasser eine gesättigte Lösung bilden, sind als Löslichkeitszahlen angeführt.

Die Wägungen sind auf den luftleeren Raum umgerechnet.

Methylpropylessigsäure.

Darstellung aus Acetessigester.

Ich schicke voraus, dass die auf diesem Wege gewonnene Säure wegen ihrer geringen Menge von mir zu Löslichkeits-

[1] Monatshefte für Chemie, 1885, S. 533.

bestimmungen nicht verwendet wurde; wenn ich nichtsdestoweniger die Darstellung beschreibe, so geschieht dies wegen der von mir bei dieser Gelegenheit beobachteten, immerhin auffälligen Verdrängung des Äthyls der Carbäthoxylgruppe des Esters durch Methyl.

Den Ausgangspunkt bildete ein mir vom Laboratorium zur Verfügung gestellter Propylacetessigester. Derselbe wurde gereinigt, fractionirt und der von 206—209° übergehende Antheil zur Methylirung verwendet.

Die Methylirung wurde durch Eintragen des Esters in die Auflösung der eineinhalbfachen theoretischen Menge metallischen Natriums in der zehnfachen Menge absoluten Methylalkohols und Zufügen der entsprechenden Menge Jodmethyl zu dem gebildeten Natriumpropylacetessigester ($CH_3—CO—CNa(C_3H_7)COOC_2H_5$) bewirkt.

Nach beendigter Reaction wurde der alkylirte Acetessigester in der üblichen Weise rein abgeschieden. Die bei der Fractionirung von 200—205° übergehende Hauptmenge wurde analysirt.

I. 0·2170 *g* Substanz gaben 0·4973 *g* CO_2 und 0·1845 *g* H_2O.
II. 0·4203 *g* Substanz gaben 0·9666 *g* CO_2 und 0·3565 *g* H_2O.

	Gefunden		Berechnet für $C_9H_{16}O_3$
	I.	II.	
C	62·48	62·71%	62·79%
H	9·44	9·42	9·3

Diese Analyse hat demnach keineswegs die für den erwarteten Methylpropyl-Acetessigsäure-Äthylester erwarteten Zahlen

C ..... 64·51%
H ..... 9·68

ergeben; hingegen stimmen die Werthe mit der Formel $C_9H_{16}O_3$, welche dem Propylacetessigsäure-Äthylester oder Methylpropylacetessigsäure-Methylester zukommt, in befriedigender Weise überein.

Auch der Siedepunkt der Verbindung ist von dem des ursprünglichen Propylacetessigesters nicht wesentlich verschieden.

Zur Entscheidung der Frage, welche der beiden metameren Verbindungen vorläge, wurde das Product mit concentrirter

alkoholischer Kalilauge zerlegt. Das Verseifungsproduct wurde in Wasser gelöst, durch Ausschütteln mit Äther vom unzersetzt gebliebenen Ester und einer Menge nebenher entstandenen Ketons befreit und mit Schwefelsäure neutralisirt. Hierauf wurde die gebildete dialkylirte Essigsäure durch fractionirte Destillation mit stets ungenügenden Mengen Schwefelsäure von der nebenbei entstandenen Essigsäure getrennt. Es enthielten die zuletzt übergegangenen Fractionen reine Essigsäure, die mittleren stellten ein Gemisch von Essigsäure und einer Säure von höherem Moleculargewicht dar, während die ersteren zwei Fractionen aus reiner Methylpropylessigsäure bestanden.

Die Silberbestimmung der beiden ersten Fractionen ergab folgende Resultate:

I. Analyse. 0·2841 *g* Silbersalz hinterliessen 0·1370 *g* Ag.
II. Analyse. 0·1821 *g* Silbersalz hinterliessen 0·0883 *g* Ag.

	Gefunden		Berechnet für $C_6H_{11}O_2Ag$
	I.	II.	
Ag	48·22	48·47%	48·43%

während für das propylessigsaure Silber

$$C_5H_9O_2Ag \ldots\ldots\ldots\ldots Ag = 51{\cdot}67\%$$

sich berechnen.

Es unterliegt hiemit keinem Zweifel, dass durch die Verseifung der Verbindung $C_9H_{16}O_3$ Methylpropylessigsäure entstanden ist.

Daraus ergibt sich weiter der Schluss, dass bei der Einwirkung von Natriummethylat und Jodmethyl in methylalkoholischer Lösung nicht bloss H der Methingruppe durch Methyl ersetzt, sondern auch das Äthyl der Carbäthoxylgruppe verdrängt wurde.

Methylpropylessigsäure aus Malonsäurediäthylester.

Da die auf eben beschriebene Weise entstandene Methylpropylessigsäure für die vorzunehmenden Versuche nicht ausreichte, so wurde diese Säure aus Malonsäurediäthylester dargestellt.

Ich versuchte die Darstellung nach der von Conrad und Bischoff[1] angegebenen Methode, welche auf der Einwirkung von Natriumalkoholat und Jodalkyl auf Malonsäurediäthylester beruht. Die Reaction verläuft in der bekannten Weise. Zur Ausführung der Operation wurde (analog den Angaben von Conrad und Bischoff) in einem Kolben eine Lösung von Natriumäthylat frisch bereitet und durch einen Hahntrichter der Malonsäureester und unmittelbar darauf das Jodpropyl eingetragen (beides genau den molecularen Mengen entsprechend). Binnen kurzer Zeit trübte sich die Flüssigkeit durch abgeschiedenes Jodnatrium und kam in lebhaftes Kochen.

Dabei wird, selbst wenn man die Vorsicht anwendet, die Flüssigkeit nur in geringen Partien zutropfen zu lassen, durch das heisse Natriumäthylat der Malonsäureester zum grössten Theile verseift und die Ausbeute an alkylirtem Malonsäureester dadurch wesentlich herabgedrückt. Der Versuch, durch starke äussere Kühlung dem vorzubeugen, misslang insoferne, als in Folge dessen ein erheblicher Theil des Malonsäureesters der Alkylirung entging und die Reaction zwischen dem Natriumäthylat und Jodalkyl sich vollzog.

Nach mehreren negativen Versuchen hat sich schliesslich als am zweckmässigsten erwiesen, den mit Jodalkyl bereits früher vermischten Malonsäureester in mässig grossen Portionen in das Natriumäthylat einzutragen und äussere Kühlung nur anzuwenden, wenn die Reactionswärme sich zum lebhaften Sieden gesteigert hatte.

Auf diese Weise gelang es, sowohl die Verseifung hintanzuhalten, als auch einer zwischen Jodalkyl und Natriumäthylat stattfindenden secundären Reaction vorzubeugen. Die Ausbeute war in diesem Falle eine ziemlich gute.

Im Übrigen wurde das Verfahren von Conrad und Bischoff beibehalten.

Der entstandene Propylmalonsäureester wurde durch Zusatz von Wasser von der Jodnatriumlösung befreit, gewaschen, über Chlorcalcium getrocknet und fractionirt. Die Hauptmenge ging von 219—222° über und bestand aus einem Propylmalonsäure-

[1] Liebig's Annalen, 204, S. 121.

ester, wie die Analyse des Esters, sowie der nach geschehener Verseifung isolirten Propylmalonsäure zeigte.

Nunmehr wurde die Methylirung in derselben Weise vorgenommen, indem bloss der grösseren Flüchtigkeit des Jodmethyls Rechnung tragend, die Portionen verringert wurden. Obwohl diesmal Natriumäthylat und Jodmethyl im Überschusse zugegeben wurden, gelangte ich nach der ersten Methylirung noch nicht zu reinem Producte, sondern zu einem Gemisch von Propyl- und Methylpropylmalonsäureester, welche durch Fractioniren nicht zu trennen waren, da der Siedepunkt beider Körper in kaum merklicher Weise differirt.

Erst nach wiederholter Methylirung gewann ich den bisher unbekannten Methylpropylmalonsäureester.

Die von 220—223° übergehende Hauptfraction wurde analysirt.

I. Analyse: 0·2936 *g* Substanz gaben 0·6566 *g* CO_2 und 0·2354 *g* H_2O.

II. Analyse: 0·2601 *g* Substanz gaben 0·5808 *g* CO_2 und 0·2114 *g* H_2O.

	Gefunden		Berechnet für $C_{11}H_{20}O_4$
	I.	II.	
C	60·99	60·89%	61·11%
H	8·91	9·03	9·26

Hierauf wurde der Methylpropylmalonsäureester mit alkoholischer Kalilauge verseift und aus dem mit Salzsäure neutralisirten Gemisch fiel auf Zusatz von Chlorcalcium das Calciumsalz der Methylpropylmalonsäure aus. Bei der Verseifung wurde die bereits von Conrad und Bischoff erwähnte Thatsache bestätigt gefunden, dass die dialkylirten Malonsäureester sich schwieriger und langsamer verseifen als die monoalkylirten.

Das Calciumsalz wurde durch Umkrystallisiren gereinigt, wobei die bedeutend grössere Löslichkeit des Salzes im kalten als im heissen Wasser sehr zu statten kam.

Ein Versuch im zugeschmolzenen Rohre zeigte, dass einmal in der Hitze ausgeschiedenes Calciumsalz sich bei darauffolgender Abkühlung nicht wieder vollständig löst, selbst wenn die Temperatur bis auf 0° erniedrigt wird.

Die Calciumbestimmung des durch Krystallisation gereinigten Salzes ergab folgende Resultate:

I. Analyse: 0·2815 *g* wasserfreies Salz ergab 0·0803 *g* CaO.
II. Analyse: 0·292 *g* wasserfreies Salz ergab 0·0831 *g* CaO.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_7H_{10}O_4Ca$
	I.	II.	
CaO . . .	28·53	28·45%	28·28%

Aus dem methylpropylmalonsauren Calcium wurde durch Ansäuern mit Salzsäure und wiederholtes Ausschütteln mit Äther die Säure gewonnen.

Die gleichfalls bisher unbekannte Methylpropylmalonsäure blieb nach dem Verdunsten des Äthers als weisse, schön krystallisirte Masse zurück, welche nach wiederholtem Umkrystallisiren aus Benzol den constanten Schmelzpunkt (106—107°) zeigte. Die Säure ist in Wasser, Äther und Chloroform leicht löslich.

Die reine Methylpropylmalonsäure wurde hierauf in einem kleinen Kölbchen im Ölbade erhitzt, bis keine Kohlensäure mehr entwich.

Bei der hierauf folgenden Destillation ging die gewonnene Methylpropylessigsäure constant zwischen 191—192° über. Der corrigirte Siedepunkt betrug bei 740·92 *mm* Druck (auf 0° reducirt) 194·7° (3·2 Fadencorr.). Die Analysen des Silber- und Calciumsalzes ergaben, dass man es mit reiner Methylpropylessigsäure zu thun hatte.

Methylpropylessigsaures Silber.

Zur Darstellung desselben wurde die im Wasser suspendirte Methylpropylessigsäure mit Silbercarbonat bis zur neutralen Reaction gekocht. Aus dem erkalteten Filtrate krystallisirte das Silbersalz in glänzenden, voluminösen, federartig gruppirten Flocken.

Ein Theil des Salzes wurde zur Silberbestimmung im Vacuum über Schwefelsäure bis zur Gewichtsconstanz getrocknet.

0·2779 *g* des wasserfreien Salzes gaben 0·1340 *g* Glührückstand.

In 100 Theilen:

Gefunden	Berechnet für $(C_6H_{11}O_2)Ag$
48·25	48·43.

Über die Löslichkeit des methylpropylessigsauren Silbers fand ich folgende Angaben vor:

Saytzew[1] fand, dass 1 Theil Salz sich bei

100° in 111·8 Theilen Wasser löse,
20° in 215·6 „ „ „

Aus meiner Bestimmung ergaben sich für 100° ziemlich naheliegende Zahlen, für niedrigere Temperaturen etwas grössere Löslichkeitszahlen als Saytzew gefunden hat.

Die Lösungen wurden $2^1/_2$—3 Stunden geschüttelt, die quantitative Bestimmung des in Lösung gegangenen Silbers geschah in der Weise, dass die abfiltrirte und gewogene Menge gesättigter Lösung in ein Becherglas gespült und hierauf das Silber mit Salzsäure ausgefällt, als Chlorsilber gewogen wurde.

Die Löslichkeitszahlen sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt. Die gefundenen und berechneten Zahlen stimmen meist gut überein.

Tabelle I *a*.

Erwärmungsmethode.

Temperatur	Gewicht der Lösung	Gewicht des AgCl	Gewicht des $AgC_6H_{11}O_2$	Löslichkeit gefunden	Löslichkeit berechnet
1·5	38·718	0·1273	0·1979	0·51375	0·512898
24	74·064	0·2648	0·4116	0·55884	0·55921
39	64·2587	0·2452	0·3813	0·59692	0·59885
59·5	48·178	0·2042	0·3175	0·66338	0·66409
75	49·3087	0·223	0·3545	0·72418	0·72173

[1] Liebig's Ann. 193, 355.

Tabelle I *b*.

Abkühlungsmethode.

Temperatur	Gewicht der Lösung	Gewicht des AgCl	Gewicht des $AgC_6H_{11}O_2$	Löslichkeit gefunden	Löslichkeit berechnet
1	32·555	0·1067	0·1659	0·51166*	0·51166
24	73·8751	0·259	0·4027	0·54809	0·55921
40	46·2745	0·178	0·2768	0·60176*	0·60176
59·5	45·494	0·193	0·30013	0·66409*	0·66409
77	30·5618	0·142	0·2208	0·72773	0·72978

Aus den mit * bezeichneten Zahlen habe ich folgende Formel für die Löslichkeit des methylpropylessigsauren Silbers gefunden: $L = 0{\cdot}51166 + 0{\cdot}00172(t-1) + 0{\cdot}00001512(t-1)^2$.

Tabelle II.

Temperatur	Berechnet für je 10°	Zunahme für je 1°
0	0·509955	—
10	0·52836	0·0018405
20	0·549798	0·0021438
30	0·57425	0·0024452
40	0·60176	0·0027510
50	0·63224	0·0030480
60	0·66577	0·0033530
70	0·702326	0·0036556
80	0·74190	0·0039574

Methylpropylessigsaures Calcium.

Die in Wasser suspendirte Säure wurde mit Calciumcarbonat, welcher durch Glühen von oxalsaurem Calcium dargestellt war, am Rückflusskühler digerirt und das Filtrat im Vacuum über

Schwefelsäure zur Krystallisation gebracht. Vom Eindampfen des Filtrates in der Hitze musste wegen der leichten Zersetzlichkeit des Salzes Abstand genommen werden.

Zu Beginn der Krystallisation überzog sich die Lösung mit einem Krystallhäutchen und nachdem dasselbe durchstossen war, krystallisirte das Salz in schönen, rosettenförmig vereinigten Krystallen aus.

Die Calciumbestimmung ergab die Reinheit des Salzes.

Analyse: 0·2745 *g* des bei 100° getrockneten Salzes ergab 0·0570 *g* CaO; in 100 Theilen des Salzes:

Gefunden	Berechnet für $(C_6H_{11}O_2)_2Ca$
20·77%	20·74%.

Von Interesse war die Krystallwasserbestimmung, indem, wie Lieben und Zeisel[1] fanden, das Salz je nach der Darstellungsweise verschiedenen Krystallwassergehalt aufweist und so mit H_2O, $3H_2O$, $4H_2O$ und $5H_2O$ auskrystallisirte, während Kelbe und Warth[2] bei einer von den angeführten verschiedenen Darstellung ein Molekül H_2O, Kiliani[3] $8H_2O$ gefunden haben.

Analyse: 0·5601 *g* zwischen Papier getrockneter und ausgepresster Krystalle verloren bei 100° 0·0907 *g* H_2O, woraus sich annähernd die Formel $Ca(C_6H_{11}O_2)_2+3H_2O$ berechnete.

	Gefunden	Berechnet für $Ca(C_6H_{11}O_2)_2+3H_2O$
H_2O	16·19%	16·67%.

Über die Löslichkeit des Salzes fand ich folgende Angaben vor:

Kelbe und Warth:[4]

100 Theile	Wasser	lösen	bei	17°	11·81
100 „	„	„	„	50	7·5
100 „	„	„	„	100	7·56 Theile Salz.

[1] Monatshefte für Chemie, 1883, 4. Bd.
[2] Ber. 15, 308.
[3] Ber. 18 632.
[4] Ber. 15, 308.

Saytzew:[1]

100 Theile Wasser lösen bei 18·5° 23·89 Theile Salz.

Die Ergebnisse meiner Bestimmung weichen bei diesem Salze in ziemlich erheblicher Weise von diesen Angaben ab.

Die quantitative Bestimmung des Calciums geschah in der Weise, dass die abfiltrirte und gewogene Menge gesättigter Lösung in eine gewogene Platinschale gespült, mit Schwefelsäure versetzt und auf dem Wasserbade abgedampft wurde, die überschüssige Schwefelsäure wurde dann vorsichtig abgeraucht und der Rückstand bis zur Gewichtsconstanz geglüht. Aus dem gewogenen Calciumsulfat wurde die Menge des gelösten Kalksalzes berechnet.

Die folgenden Tabellen III *a* und III *b* enthalten die nach beiden Methoden gefundenen Löslichkeitszahlen.

Tabelle III *a*.

Erwärmungsmethode.

Temperatur	Gewicht der Lösung	Gewicht des $CaSO_4$	Gewicht des $Ca(C_6H_{11}O_2)_2$	Löslichkeit gefunden	Löslichkeit berechnet
0·5	12·044	0·8625	1·71206	16·569	16·5415
25	11·9724	0·7785	1·5455	14·822	14·86
46	10·3514	0·6411	1·2725	14·016	14·0314
58	8·5817	0·5251	1·0423	13·824	13·8128
65·5	11·4326	0·6939	1·3773	13·697	13·7699
77·5	10·1765	0·624	1·2386	13·857	13·8501

Tabelle III *b*.

Abkühlungsmethode.

Temperatur	Gewicht der Lösung	Gewicht des $CaSO_4$	Gewicht des $Ca(C_6H_{11}O_2)_2$	Löslichkeit gefunden	Löslichkeit berechnet
1	10·3434	0·738	1·4649	16·4994*	16·4994
25	10·6644	0·695	1·3797	14·86*	14·86
42·5	9·3264	0·581	1·1532	14·109	14·13
59·5	12·4224	0·7595	1·5076	13·8124	13·7983
64·5	14·0152	0·855	1·6971	13·778	13·7715
73	13·4017	0·8191	1·6257	13·7994*	13·7994

[1] J. pr., 23, 293.

Aus den mit * bezeichneten Zahlen habe ich folgende Löslichkeitsformel berechnet:

$$L = 16 \cdot 4994 - 0 \cdot 08375(t-1) + 0 \cdot 0006424(t-1)^2.$$

Tabelle IV.

Temperatur	Berechnet für je 10°	Zunahme für je 1°
0	16·5825	—
10	15·7976	−0·07846
20	15·1400	−0·06576
30	14·6109	−0·05291
40	14·2122	−0·03986
50	13·9380	−0·02742
60	13·7943	−0·01437
70	13·7791	−0·00152
80	13·8923	+0·011325

Trimethylessigsaures Silber.

Den Ausgangspunkt zur Darstellung dieses Salzes bildete eine mir vom Laboratorium zur Verfügung gestellte unreine Trimethylessigsäure. Zur Reinigung wurde die Säure mit Natronlauge in das leicht lösliche Natriumsalz verwandelt und durch fractionirte Destillation mit stets ungenügenden Mengen Schwefelsäure die Säure von den niedrigen homologen Fettsäuren, von welchen besonders Ameisensäure in grösserer Menge vorhanden war, getrennt. Die so erhaltenen Fractionen wurden so oft in angegebener Weise behandelt, bis die Anfangs- und Endfraction der partiell freigemachten und abdestillirten Säure in Silbersalz verwandelt, den für Trimethylessigsäure berechneten Silbergehalt ergaben.

I. Analyse: 0·132 *g* wasserfreies Salz gaben 0·0680 *g* Ag.
II. Analyse: 0·1831 *g* wasserfreies Salz gaben 0·0942 *g* Ag.

	Gefunden		Berechnet für $(C_5H_9O_2)Ag$
	I.	II.	
Ag....51·512	51·44%		51·67%.

Die reinen Fractionen wurden zur Darstellung von Silbersalz nach der oben beschriebenen Methode verwendet. Über die Löslichkeit des Salzes lagen keine Angaben vor. Einmal trockenes Salz benetzt sich nur schwer wieder mit Wasser.

Das trimethylessigsaure Silber bildet sehr leicht übersättigte Lösungen, welch letzterer Umstand bei der Bestimmung insofern erschwerend war, als es bei der Abkühlungsmethode einer viel grösseren Dauer des Schüttelns bedurfte, um die übersättigte Lösung in eine gesättigte überzuführen.

Aus diesem Grunde wurde das Salz insbesondere bei der Abkühlungsmethode 4—5 Stunden lang geschüttelt, während bei den früher beschriebenen Salzen in der Regel die halbe Zeitdauer schon ausreichend war.

Die quantitative Bestimmung geschah vollkommen analog der oben beschriebenen.

In den folgenden Tabellen V *a* und V *b* sind die gefundenen und berechneten Löslichkeitszahlen zusammengestellt.

Tabelle V *a*.

Erwärmungsmethode.

Temperatur	Gewicht der Lösung	Gewicht des AgCl	Gewicht des $Ag\ C_5\ H_9\ O_2$	Löslichkeit gefunden	Löslichkeit berechnet
1	42·4628	0·3168	0·46172	1·0993	1·1038
27	43·7671	0·3753	0·5469	1·2655	1·2682
42	40·6563	0·3821	0·5569	1·3888	1·3922
53·5	29·048	0·294	0·4285	1·4973	1·506
65	32·0178	0·3508	0·5112	1·6225	1·6253
77	30·742	0·364	0·5305	1·7559	1·7619

Tabelle V *b*.

Abkühlungsmethode.

Temperatur	Gewicht der Lösung	Gewicht des AgCl	Gewicht des $Ag\ C_5\ H_9\ O_2$	Löslichkeit gefunden	Löslichkeit berechnet
1	44·901	0·3363	0·49014	1·1038*	1·1038
27	46·9053	0·403	0·5874	1·2682*	1·2682
39·5	45·168	0·418	0·6092	1·3672	1·3703
55·5	25·8087	0·2644	0·3853	1·5155	1·5212
66	23·340	0·2565	0·3738	1·6276	1·6334
79	25·4452	0·3062	0·4463	1·7853*	1·7853

Aus den mit * bezeichneten Zahlen habe ich folgende Formel für die Löslichkeit des trimethylessigsauren Silbers gefunden: $L = 1·1038 + 0·005131(t-1) + 0·00004642(t-1)^2$.

Tabelle VI.

Temperatur	Berechnet für je 10°	Zunahme für je 1°
0	1·0986	—
10	1·1537	0·00551
20	1·2180	0·00643
30	1·2916	0·00736
40	1·3745	0·00829
50	1·4666	0·00921
60	1·5681	0·01015
70	1·6788	0·01107
80	1·7988	0·01200

Der besseren Übersicht halber sind auf der beifolgenden Tafel die Löslichkeitscurven der von mir untersuchten Salze entworfen.

Über Dissociation in verdünnten Tartratlösungen

von

S. Sonnenthal.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. R. Přibram an der k. k. Universität in Czernowitz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. November 1891.)

Über die polarimetrischen Eigenschaften activer Salzlösungen liegen bisher nicht viele Beobachtungen vor. In den wenigen Arbeiten jedoch, die hierüber gemacht wurden, concentrirt sich das Hauptinteresse der betreffenden Beobachter auf die Frage, ob und welche Gesetzmässigkeiten zwischen dem molecularen Drehungsvermögen einer Säure und dem ihrer Salze bestehen.

Krecke[1] modificirte und erweiterte zunächst den E. Mulder'schen[2] Satz: „dass die drehenden Substanzen bestimmte active Radicale enthalten, welche in andere active Atomcomplexe übergehen können, deren Rotationsvermögen um ein Vielfaches in geraden Zahlen von denjenigen der ursprünglichen Radicale verschieden ist", auf folgende zwei Gesetze:

1. „Wenn ein optisch activer Körper mit einem optisch inactiven eine Verbindung eingeht, oder wenn er durch chemische Agentien modificirt wird, so bleibt das moleculare Drehungsvermögen entweder unverändert oder es wird derartig modificirt, dass das moleculare Drehungsvermögen des neuen Körpers ein einfaches Multiplum von dem der Muttersubstanz ist.

2. Isomere Körper besitzen moleculare Drehungsvermögen, die Multipla einer und derselben Zahl sind."

---

[1] Archives Néerlandaises, VI, 1871. Auszug: Journ. f. prakt. Chem. v. Kolbe, Bd. 5, S. 6.

[2] Zeitschrift f. Chemie, 1868, S. 58.

Landolt[1] unternahm hierauf eine experimentelle Prüfung des Mulder-Krecke'schen Gesetzes an der Weinsäure und ihren Salzen. Er führte seine Untersuchungen in der Weise aus, dass er als allgemeine Vergleichslösung diejenige von 7·69 *g* Weinsäure in 100 cm^3 Lösung annahm, hiefür aus der von ihm für die Weinsäure abgeleiteten Formel:

$$[\rho]_D = 15{\cdot}06 - 0{\cdot}131\,C$$

das specifische Drehungsvermögen:

$$[\rho]_D = 14{\cdot}05$$

und daraus die moleculare Rotation:

$$[M]_D = \frac{150}{100} \cdot [\rho]_D = 21{\cdot}08$$

ableitete und nun das moleculare Drehungsvermögen äquivalenter Lösungen der Tartrate der Alkalimetalle (1 Mol. der Verbindung auf 100 Mol. Wasser) mit der oben beschriebenen Lösung verglich.

Landolt kommt dabei zu dem Schlusse, dass die moleculare Drehung der Tartrate mit 1 Atom einwerthigen Metalls das doppelte und diejenige der 2 Atome Metall enthaltenden das dreifache des molecularen Drehungsvermögens der freien Weinsäure beträgt. Damit war das Gesetz der multiplen Drehungen bei der Weinsäure bewiesen.

Oudemans[2] äusserte hierauf Bedenken bezüglich der von Landolt gefundenen Gesetzmässigkeiten, denen Landolt[3] entgegentritt.

Längere Zeit beschäftigte sich dann Niemand mit dieser Frage, bis im Jahre 1885 Oudemans[4] eine Arbeit über das moleculare Drehungsvermögen der Chinasäure und ihrer Salze, ferner der Podocarpinsäure und ihrer Salze, publicirte. Mir war die Originalarbeit leider nicht zugänglich, aber aus dem in den

---

[1] Ber. chem. Ges., 1873, 6, S. 1073.

[2] Ber. chem. Ges., 1873, 6, S. 1166.

[3] Ber. chem. Ges., 1873, 6, S. 1282.

[4] Versl. en Mededeel. d. kon. Ak. van Wetensch. Amsterdam, (3), 3, S. 408—425.

Beiblättern[1] erschienenen Auszug ist es doch möglich, das Wesentlichste der gewonnenen Resultate kennen zu lernen. Oudemans spricht den Satz aus: „dass das moleculare Drehungsvermögen der Salze in etwas verdünnterer Lösung von der Beschaffenheit des nicht activen Theiles unabhängig ist".

Ähnliche Ergebnisse geben die Messungen von Hoppe-Seyler an den cholalsauren Salzen, von Landolt an den Tartraten und Camphoraten, von Schneider[2] an den Salzen der Äpfelsäure und endlich von W. Hartmann[3] an den campher-sauren Salzen.

Hiebei wurde immer aus den für die einzelnen Salze bestimmten Curven die Werthe für die „maximale Verdünnung" bestimmt, selbstverständlich unter der Voraussetzung, dass die bei höherer Concentration experimentell bestimmten Curven auch bei grosser Verdünnung denselben regelmässigen Verlauf zeigen. Ob sich dies auch thatsächlich so verhält, wurde in keinem Falle untersucht.

Auf Anregung des Herrn Prof. Přibram untersuchte ich nun einige neutrale und saure Tartrate bezüglich des Concentrationseinflusses in sehr verdünnten Lösungen, und zwar mit Hilfe eines äusserst präcisen Instrumentes, das mir erlaubte, bis zu Verdünnungen unter 0·2% zu gehen, ohne dass die Fehlergrenzen des Apparates oder der Beobachtungen einen Einfluss auf die Resultate geübt hätten. Bevor ich letztere bekanntgebe, sei es mir an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Přibram, für seine thatkräftige Unterstützung bei vorliegender Arbeit, sowie für die überaus grosse Freundlichkeit, mit der er mir den werthvollen Polarisationsapparat zur Verfügung stellte, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Die freie Weinsäure selbst gibt auch noch bei einer Verdünnung von 0·2% eine stetig zunehmende Vergrösserung der

---

[1] Beibl., 9, S. 635.

[2] L. A., 1881, 207, S. 286.

[3] Ber. chem. Ges., 1888, 21, S. 221.

specifischen Rotation, wie dies Přibram[1] schon bei Verdünnungen bis circa 0·34 gezeigt hatte; nur bekam ich etwas kleinere Zahlen, die so ziemlich genau mit der von Arndtsen[2] angegebenen Formel zur Berechnung der specifischen Drehung von Weinsäurelösungen übereinstimmen. Die Formel lautet, wenn man mit q die Wassermenge in 100 Theilen Lösung bezeichnet:

$$[\alpha]_D = 1 \cdot 950 + 0 \cdot 1303\, q.$$

Darnach würde eine 0·2%ige Weinsäurelösung das specifische Drehungsvermögen besitzen:

$$[\alpha]_D = 1 \cdot 950 + 0 \cdot 1303 \times 99 \cdot 8 = 14 \cdot 954.$$

Das Mittel aus circa 110 Beobachtungen einer 0·2001%igen und 0·199998%igen Lösung von Weinsäure in Wasser ergab bei einem specifischen Gewichte von 1·00142 und bei einer Temperatur von +20° C. den mittleren Ablenkungswinkel: $\alpha = 0 \cdot 08983$ in einem Rohre von 3 *dm.* Hieraus das specifische Drehungsvermögen:

$$[\alpha]_D = \frac{100 . \alpha}{l . d . p} = 14 \cdot 9509$$

welche Zahl nur um ein sehr Geringes von der aus der Arndts'schen Formel abgeleiteten abweicht.

Die Untersuchung der Tartrate ergab zunächst die Thatsache, dass ihre specifischen Drehungen mit abnehmender Concentration ebenfalls abnehmen. Bei der Untersuchung von Lösungen von solcher Verdünnung, wie sie mit den früher benützten Apparaten nicht untersucht werden konnten, ergibt sich, dass die bis zu einer gewissen Concentration fallenden Curven bei weiterer Verdünnung langsam und regelmässig zu steigen beginnen.

Es muss also in diesen sehr verdünnten Lösungen irgend eine Zustandsänderung des gelösten Körpers vorgegangen sein, und diese Zustandsänderung wird man sich am besten als eine Dissociation der Salzmolekeln vorstellen können.

---

[1] Ber. chem. Ges., 1887, 20, S. 1846.

[2] Ann. chim. et phys., LIV, p. 403. Pogg. Ann., 105, S. 312.

Hiefür spricht auch, dass nach meinen Beobachtungen diese polarimetrisch nachgewiesene Zustandsänderung eine Function der Zeit ist. Untersucht man nämlich eine derartig verdünnte Lösung frisch bereitet, so zeigt sich wohl schon eine Zunahme des specifischen Drehungsvermögens gegenüber der weniger verdünnten Lösung; aber je länger man die Lösung stehen lässt, d. h. je länger man dem Salze Zeit lässt zu dissociiren, umso grösser wird dieser Unterschied, bis schliesslich ein Moment eintritt, wo die Werthe innerhalb grösserer Zeitintervalle die gleichen bleiben, d. h. die Dissociation eine vollständige geworden ist.

Ferner hängt der Moment und die Grösse dieser Zustandsänderung ab von der Natur der die Salze bildenden Metalle, sowie von der grösseren oder geringeren Löslichkeit der betreffenden Salze in Wasser; dies sind alles Momente, die für die Annahme einer Dissociationserscheinung sprechen.

Die im Vorhergehenden gemachten Bemerkungen deuten die Gesichtspunkte an, von welchen ich bei der Anstellung meiner Beobachtungen ausgegangen bin. Ehe ich auf eine weitere Erörterung der sich ergebenden theoretischen Beziehungen eingehe, will ich eine kurze Beschreibung des Apparates und die Resultate der mit demselben vorgenommenen Beobachtungen voranschicken.

Der Apparat.

Derselbe ist ein von Schmidt und Haensch in Berlin angefertigter Halbschattenapparat mit Lippich'schem Polarisator. Mittelst einer Schlittenvorrichtung kann man rasch hintereinander Beobachtungen des leeren und des gefüllten Rohres (dieses bis zu 5 *dm* Länge) vornehmen. Der silberne Theilkreis ist in ganze und 0·2 Grade eingetheilt und eine mit Mikrometer bewegliche Trommeltheilung gestattet noch sichere Ablesungen auf 0·001 Grade. Als Lichtquelle diente ein Münke'scher Brenner, auf dem sich zwei mit Platindrahtnetzen umwickelte Platinstäbchen befanden. Das erforderliche NaCl wurde vorher erst vollständig geschmolzen, zu Staub zerrieben und die erwähnten Platinnetze zu starker Rothglut erhitzt, in das in einem Platinschiffchen befindliche Kochsalz eingewälzt, wodurch ein recht

helles Natriumlicht erreicht wurde. Der Brenner selbst war in einen mit einer Abzugsvorrichtung versehenen Blechkasten eingeschlossen, von dem aus — um Wärmestrahlung zu vermeiden — eine aus isolirender Substanz hergestellte Röhre zum Polarisator führte. Die Beleuchtung der Scheibe wurde durch zwei, rechts und links befindliche Gaslampen besorgt, die mit hohen, schwarzen Cylindern umgeben waren, aus denen aussen lackirte krumme Glasstäbe, die an ihrem äusseren Ende durch Schieber verschliessbar waren, das Licht nach Belieben auf die Scala lenkten. Auf diese Weise waren alle störenden Lichteindrücke bei der Beobachtung im verfinsterten Raume thunlichst vermieden. Die Beobachtungsröhren waren mit Tubus für Thermometer und Mänteln versehen, durch die temperirtes Wasser geleitet wurde, so dass sämmtliche Beobachtungen bei der gleichen Temperatur — +20° C. — vorgenommen werden konnten. Die Verschlussplatten wurden durch federnde Hülsen festgehalten und so leichter als bei den sonst üblichen Verschraubungen ein Druck auf das Glas vermieden.

Als giltige Zahlenwerthe wurde das Mittel aus circa 20 bis 40, bei sehr verdünnten Lösungen aus noch mehr Beobachtungen angenommen.

Zur Beurtheilung der Genauigkeit des Apparates, sowie der möglichen Fehlergrenzen mögen die folgenden Tabellen beitragen, von denen Tabelle I, Nullpunktsbestimmungen, für den rechten und linken Halbkreis, Tabelle II, Winkelbestimmungen einer bekannten Lösung, bei je nach einer Bestimmung erfolgten Drehung der Scheibe um 180°, zeigen.

Tabelle Nr. I.

Nullpunktsbestimmungen.

Halbkreis rechts	Differenz	Halbkreis links	Differenz
183·128		2·960	
183·124	−0·004	2·958	−0·002
183·114	−0·010	2·952	−0·006
183·124	+0·010	2·966	+0·014
183·124	0·000	2 960	−0·006
183·132	+0·008	2·970	+0·010
183·136	+0·004	2·976	+0·006
183·116	−0·020	2·953	−0 023
Summe: 1464·998		23·695	

Aus der Summe 1464·998 berechnet sich als Mittel für die Ablesung rechts:

183·12475.

Aus der Summe 23·695 berechnet sich als Mittel für die Ablesung links:

2·961875.

Berücksichtigt man nun die Differenzen der thatsächlichen Ablesungen von dem gefundenen Mittelwerthe, so ergibt sich als Fehler:

rechts: +0·011 links: +0·012.

Tabelle Nr. II.

Beobachtungsreihe für eine circa 0·5%ige Lösung von normalem weinsaurem Lithium.

Leeres Rohr				Volles Rohr	
rechts	Differenz	links	Differenz	links	rechts
183·078	0·532	2·910	0·534	2·376	182·546
3·091	0·552	182·927	0·554	182·373	2·539
183·076	0·533	2·909	0·531	2·378	182·543
3·098	0·556	182·930	0·556	182·374	2·542
183·086	0·532	2·916	0·533	2·383	182·554
3·074	0·540	182·906	0·539	182·367	2·534
183·071	0·539	2·900	0·537	2·363	182·532
3·064	0·555	182·897	0·554	182·343	2·509

Hieraus ergibt sich als mittlere Ablenkung für

rechts: 0·5424 links: 0·5423

Hieraus das gesammte Mittel:

$$\alpha = 0{\cdot}54235.$$

Berechnet man aus vorstehenden Zahlen nach den von Kohlrausch angegebenen Formeln die verschiedenen Fehler, so er-

hält man, wenn man mit n die Anzahl der Beobachtungen, mit $d_1, d_2, d_3, \ldots d_n$ die Abweichungen vom arithmetischen Mittel und mit S die Summe der Fehlerquadrate, d.i. $S = d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \ldots + d_n^2$ bezeichnet.

1. Der mittlere Fehler einer Bestimmung:

$$\pm\sqrt{\frac{S}{n-1}} = \pm 0{\cdot}01014.$$

2. Der mittlere Fehler des Resultates:

$$\pm\sqrt{\frac{S}{n(n-1}} = \pm 0{\cdot}00253.$$

3. Der wahrscheinliche Fehler einer Bestimmung:

$$\pm 0{\cdot}674\sqrt{\frac{S}{n-1}} = \pm 0{\cdot}00683.$$

4. Der wahrscheinliche Fehler des Resultates:

$$\pm 0{\cdot}674\sqrt{\frac{S}{n(n-1)}} = \pm 0{\cdot}00171.$$

Die Lösungen wurden alle durch genaueste Wägung festgestellt, in mit eingeschliffenen Glasstopfen versehenen Kölbchen bereitet und nach der von Landolt[1] angegebenen Formel:

$$P = p + p.0{\cdot}0012\left(\frac{1}{d} - 0{\cdot}12\right)$$

auf den luftleeren Raum bezogen.

Das specifische Gewicht der Lösungen wurde mittelst eines circa 20 cm^3 fassenden Sprengel'schen Pyknometers bestimmt und mit Hilfe der Formel[2]:

$$d_4^{20} = \left(\frac{F}{W}.0{\cdot}99707\right) + 0{\cdot}00119,$$

worin F das Gewicht der Flüssigkeit, W dasjenige des Wassers bedeutet, ebenfalls auf den luftleeren Raum bezogen.

---

[1] Landolt: „Das opt. Drehungsverm. organ. Substanzen". 1879, S. 130.

[2] F. Kohlrausch: „Leitfaden der prakt. Phys." 3. Aufl., S. 40.

Zu den Untersuchungen dienten folgende Salze:

1. Normales weinsaures Kalium.
2. Normales weinsaures Natrium.
3. Normales weinsaures Ammonium.
4. Normales weinsaures Lithium.
5. Saures weinsaures Kalium.
6. Saures weinsaures Natrium.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind im Folgenden tabellarisch zusammengestellt.

In den Tabellen bedeutet:

1. p den Procentgehalt der Lösung an activer Substanz.
2. l die Länge des Beobachtungsrohres.
3. T die Zeit zwischen Darstellung der Lösung und Beobachtung.
4. α den beobachteten mittleren Ablenkungswinkel.
5. d das specifische Gewicht der Lösung.
6. $[\alpha]_D$ das aus der Formel

$$[\alpha]_D = \frac{100.\alpha}{l.d.p}$$

berechnete specifische Drehungsvermögen für das gelbe Natriumlicht.

I. Normales weinsaures Kalium $C_4H_4O_6K_2 + {}^1/_2H_2O$.

Das von Trommsdorff bezogene Präparat wurde nach einmaligem Umkrystallisiren in grossen, hellen Krystallen erhalten, die bei circa 110° das Krystallwasser verloren. Behufs Prüfung auf seine Reinheit wurde eine gewogene Menge im Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure versetzt und das zersetzte Product in einer Thonmuffel durch obenstreichende Feuerluft bis zur gewichtsconstanten Trockene eingedampft.

I. 0·3026 *g* gaben 0·224 *g* schwefelsaures Kalium.
II. 0·2573 *g* gaben 0·1902 *g* schwefelsaures Kalium.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_4H_4O_6K_2 + {}^1/_2H_2O$
	I.	II.	
Kalium...	33·18	33·14	33·19

Tabelle Nr. III.

Normales weinsaures Kalium.

p	l	T	α	d	$[\alpha]_D = \frac{100.\alpha}{l.d.p}$
2·0644	2 *dm*	frisch ber.	1·0706	1·0161	25·518
„	„	48 St.	1·0707	„	„
0·5196	3 *dm*	frisch ber.	0·3826	1·0062	24·397
0·4087	„	„	0·2929	1·0052	23·767
0·3013	„	„	0·2277	1·0048	25·065
„	„	60 St.	0·2319	„	25·527
„	„	80 St.	0·2325	„	„
0·2077	„	frisch ber.	0·1641	1·0039	26·227
„	„	65 St.	0·1747	„	27·928
„	„	80 St.	0·1795	„	28·697
„	„	92 St.	0·1797	„	„

Bei Betrachtung der Werthe in der Tabelle III zeigt sich, dass die Dissociation für das normale weinsaure Kali zwischen 0·4% und 0·3% beginnt, und zwar scheint die Grenze näher bei der stärkeren Concentration zu liegen, da die Dissociation bei 0·3% schon bei frisch bereiteter Lösung eine ziemlich starke ist. Die Zeit scheint bei diesem sehr wasserlöslichen Salze keine bedeutende Rolle zu spielen. Berechnet man den Zuwachs, den die specifische Drehung zwischen den Lösungen von 0·4% und 0·3% erfährt, so ergibt sich, dass derselbe circa 6·9% der specifischen Drehung der Lösung von 0·3% beträgt.

2. Normales weinsaures Natrium $C_4H_4O_6Na_2 + 2H_2O$.

Das von Trommsdorff bezogene Präparat wurde nach wiederholtem Umkrystallisiren in büschelförmigen Nadeln erhalten. Dieselben gaben bei circa 140° alles Krystallwasser ab und wurden, wie das vorhergehende Salz, quantitativ untersucht. Die wasserfreie Substanz ergab bei der Analyse:

I. 0·4453 *g* gaben 0·3255 *g* schwefelsaures Natrium.

II. 0·3175 *g* gaben 0·2322 *g* schwefelsaures Natrium.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für
	I.	II.	$C_4H_4O_6Na_2+2H_2O$
Natrium ...	23·68	23·69	23·71

Tabelle Nr. IV.

Normales weinsaures Natrium.

p	l	T	α	d	$[\alpha]_D=\frac{100.\alpha}{l.d.p}$
0·2244	2 *dm*	frisch ber.	1·4184	1·0169	31·354
„	„	24 St.	1·4175	„	„
1·0474	„	frisch ber.	0·658	1·0101	31·097
„	„	24 St.	0·6578	„	„
„	„	48 St.	0·6589	„	„
0·5233	„	frisch ber.	0·3266	1·0069	30·993
0·399	„	„	0·2446	1·0057	30·474
0·2983	3 *dm*	„	0·2702	1·0049	30·047
„	„	48 St.	0·2848	„	31·668
„	„	60 St.	0·2839	„	„
0·2587	„	60 St.	0·2572	1·0040	33·012
„	„	80 St.	0·2584	„	„

Beim normalen weinsauren Natrium (Tabelle IV) tritt ebenfalls zwischen 0·4% und 0·3% der Lösung Dissociation ein; doch liegt hier die Grenze näher zu der geringeren Concentration, nachdem die 0·3%ige Lösung, frisch bereitet, noch eine Decrescenz der Drehungscurve zeigt und erst nach längerem Stehen einen Zuwachs der specifischen Rotation, gemäss einem allmäligen Beginne der Dissociation, erkennen lässt. Letzterer beträgt ungefähr 3·7% der specifischen Drehung der 0·3%igen Lösung.

3. Normales weinsaures Ammonium $C_4H_4O_6(NH_4)_2$.

Das von Trommsdorff bezogene Präparat bildete grosse wasserhelle Krystalle, die an der Luft Ammoniak abgaben, das schon am Geruche zu erkennen war. Zur Prüfung auf den Pro-

centgehalt an Ammoniak wurde die lufttrockene gewogene Substanz in einem Kolben mit überschüssiger ammoniakfreier Kalilauge 3 Stunden lang gekocht und das entwickelte Gas in 20 cm^3 einer titrirten Schwefelsäure aufgefangen, dann mit einer festgestellten Ammoniaklösung (1 cm^3 der H_2SO_4-Lösung = 2·1782 cm^3 der NH_3-Lösung; in 1 cm^3 der letzteren 0·00628 g NH_3) zu Ende titrirt.

I. 0·3282 g in 20 cm^3 H_2SO_4 aufgefangen, wurden mit 34·2 cm^3 NH_3 zu Ende titrirt, enthielten demnach 0·058824 g NH_3.

II. 0·5206 g in 20 cm^3 H_2SO_4 aufgefangen, wurden mit 29 cm^3 NH_3 zu Ende titrirt, enthielten demnach 0·091656 g NH_3.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_4H_4O_6(NH_4)_2$
	I.	II.	
Ammoniak....	17·92	17·6	18·48

Tabelle Nr. V.

Normales weinsaures Ammonium.

p	l	T	α	d	$[\alpha]_D = \frac{100.\alpha}{l.d.p}$
1·2355	3 dm	frisch ber.	1·2548	1·0052	33·677
„	„	24 St.	1·2556	„	„
0·4993	„	24 St.	0·4564	1·0026	30·387
0·3998	„	48 St.	0·3703	1·0025	30·796
0·3003	„	frisch ber.	0·2628	1·0018	29·109
„	„	24 St.	0·2882	„	31·925
0·2453	„	24 St.	0·244	1·0017	33·0995
„	„	48 St.	0·2638	„	35·786
„	„	80 St.	0·2589	„	„

Tabelle V gibt die Werthe für die verschiedenen Lösungen des normalen weinsauren Ammoniums. Auch hier liegt die Dissociationsgrenze wieder zwischen den Lösungen von 0·4% und 0·3%, und zwar näher zu letzterer, da sie frisch bereitet noch

ein Fallen der Curve und erst nach 24stündigem Stehen ein Steigen derselben zeigt. Die Differenz zwischen dem specifischen Drehungsvermögen der 0·4%igen und 0·3%igen Lösung beträgt bei diesem Salze circa 3·5% der letzteren.

4. Normales weinsaures Lithium $C_4H_4O_6Li_2$.

Das Salz wurde durch Eintragen äquimolecularer Mengen von reinem Lithiumcarbonat in gelöste Weinsäure und Ausscheidenlassen im Vacuum gewonnen. Kaum krystallinisches, nicht hygroskopisches, in Wasser sehr leicht lösliches weisses Pulver. Auch hier wurde das Lithium als Sulfat bestimmt.

I. 0·2566 *g* gaben 0·1756 *g* schwefelsaures Lithium.

II. 0·4017 *g* gaben 0·2721 *g* schwefelsaures Lithium.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_4H_4O_6Li_2$
	I.	II.	
Lithium...	8·70	8·62	8·64

Tabelle Nr. VI.

Normales weinsaures Lithium.

p	l	T	α	d	$[\alpha]_D = \frac{100.\alpha}{l.d.p}$
0·6888	3 *dm*	frisch ber.	0·779	1·0045	37·531
„	„	24 St.	0·7787	„	„
0·499	„	frisch ber.	0·542	1·0037	36·074
„	„	24 St.	0 5436	„	„
0·4003	„	frisch ber.	0·4311	1·0031	35·811
0·3000	„	„	0·3171	1·0025	35·148
„	„	48 St.	0·333	„	36·945
„	„	80 St.	0·3335	„	„
0·216	„	frisch ber.	0·2439	1·0019	37·570
„	„	40 St.	0·2469	„	38·039
„	„	80 St.	0·2480	„	„

Auch beim normalen weinsauren Lithium (Tabelle VI) tritt die Dissociation zwischen 0·4% und 0·3%, näher zu letzterem gelegen auf; und zwar beträgt die Differenz der specifischen Drehungen circa 3% der specifischen Drehung der 0·3%igen Lösung. Wie bei den vorigen leicht wasserlöslichen Salzen erfolgt die Dissociation entweder gleich oder nach kurzem Stehen vollständig.

5. Saures weinsaures Kalium $C_4H_5O_6K$.

Das von Trommsdorff als weisses Pulver bezogene Präparat wurde wie das neutrale Salz quantitativ auf Kalium geprüft.

I. 0·3447 *g* gaben 0·1589 *g* schwefelsaures Kalium.
II. 0·4837 *g* gaben 0·2222 *g* schwefelsaures Kalium.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_4H_5O_6K$
	I.	II.	
Kalium...	20·66	20·59	20·74

Tabelle Nr. VII.

Saures weinsaures Kalium.

p	l	T	α	d	$[\alpha]_D = \frac{100.\alpha}{l.d.p}$
0·4116	3 *dm*	frisch ber.	0·2743	1·0044	22·119
„	„	48 St.	0·2739	„	„
0·3001	„	frisch ber.	0·1825	1·0041	20·192
0·2407	„	„	0·1598	1·0011	22·241
„	„	48 St.	0·1618	„	22·379
„	„	80 St.	0·1664	„	23·025
„	„	120 St.	—	—	—

Die Untersuchungen des sauren Kalisalzes der Weinsäure (Tabelle VII) konnten erst — in Folge der Schwerlöslichkeit in Wasser — bei circa 0·5% vorgenommen werden. Die Dissociationsgrenze liegt erst unterhalb 0·3%, obwohl angenommen

werden muss, dass sie nicht weit unter dieser Verdünnung liegt, da bei einer 0·24%igen Lösung schon im frischen Zustande eine Vergrösserung der Drehung constatirt wurde. In Folge der äusserst geringen Löslichkeit des Salzes in Wasser geht die vollständige Dissociation, wie man sieht, sehr langsam vor sich; nach 80stündigem Stehenlassen zeigte die 0·24%ige Lösung noch eine Vergrösserung des Winkels α, und es ist anzunehmen, dass auch hier die Dissociation nicht völlig erreicht war; nach weiteren 40 Stunden war leider die Lösung in Folge von Schimmelbildung für die polarimetrische Beobachtung unbrauchbar geworden.

6. Saures weinsaures Natrium $C_4H_5O_6Na+H_2O$.

Das von Trommsdorff bezogene Präparat stellte weisse, in Wasser nicht allzuschwer lösliche Krystallnadeln dar, die bei circa 110° alles Krystallwasser verloren. Die wasserfreie Substanz ergab bei der Analyse:

I. 0·5024 *g* gaben 0·2059 *g* schwefelsaures Natrium.
II. 0·3906 *g* gaben 0·1603 *g* schwefelsaures Natrium.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_4H_5O_6Na$
	I.	II.	
Natrium...	13·27	13·29	13·37

Tabelle Nr. VIII.

Saures weinsaures Natrium.

p	l	T	α	d	$[\alpha]_D = \frac{100.\alpha}{l.d.p}$
1·3312	2 *dm*	frisch ber.	0·6548	1·0107	24·333
„	„	48 St.	0·6551	„	„
0·4943	„	48 St.	0·2255	1·0057	22·680
0·3999	3 *dm*	48 St.	0·2691	1·0052	22·307
0·2993	„	48 St.	0·1856	1·0045	20·584
0·1997	„	frisch ber.	0·1219	1·0040	20·267
„	„	24 St.	0·1504	„	24·997
„	„	73 St.	0·1526	„	25·366
„	„	90 St.	0·1527	„	„

Das saure weinsaure Natrium (Tabelle VIII) zeigt die Dissociationserscheinung erst bei einer circa 0·2%igen Lösung. Da es jedoch leichter in Wasser löslich ist als das entsprechende Kalisalz, so braucht es zur vollständigen Dissociation keinen so langen Zeitraum wie dieses.

Übersicht über die Resultate.

Vergleicht man sämmtliche vorstehenden Untersuchungen untereinander, so gelangt man zu folgenden Resultaten:

1. Die wässerigen Lösungen, sowohl der neutralen, als auch die der sauren Salze der Weinsäure, zeigen bei einer gewissen Verdünnung eine Zustandsänderung.

2. Der Eintritt dieser Zustandsänderung erfolgt bei den neutralen Tartraten zwischen 0·4% und 0·3%, bei den sauren erst zwischen 0·3% und 0·2%.

3. Der Eintritt und die Grösse dieser Zustandsänderung im Verhältniss zum normalen Zustand ist abhängig von der Natur des das Salz bildenden Metalles oder Radicales; und zwar: je grösser das Atomgewicht des Metalles oder das Moleculargewicht des Radicales ist, bei umso grösserer Concentration beginnt die Änderung und umso grösser ist der Unterschied von dem normalen Zustand.

4. Die Geschwindigkeit, mit der die Zustandsänderung vor sich geht, scheint ausschliesslich von der grösseren oder kleineren Wasserlöslichkeit des betreffenden Salzes abzuhängen.

Aus alledem ergibt sich, dass man diese Zustandsänderung, wie schon früher erwähnt, für eine Dissociationserscheinung halten kann. Vor Allem spricht für diese Annahme, dass zur Hervorrufung dieser Erscheinungen den Salzen relativ grosse Wassermassen zugeführt werden müssen, dass ferner der Moment der Zustandsänderung mit dem Grösserwerden des Atomgewichtes früher eintritt — es ist ja leicht erklärlich, dass das schwerere Metall leichter dissociiren wird als das leichtere — und endlich, dass auch die Wasserlöslichkeit dabei eine Rolle spielt.

In welcher Weise man sich eine derartige Dissociation der Salzmolekel vorstellen kann und welches die Ursachen sind, dass sich dieselbe bei der polarimetrischen Beobachtung als eine Änderung der specifischen Rotation documentirt, d. h. warum die polarimetrischen Curven verdünnter Lösungen für den Moment der Dissociation Inflexionspunkte zeigen, will ich in einer nächsten Arbeit ausführlich besprechen.

Schliesslich will ich noch erwähnen, dass sich gemäss dieser Erscheinungen gewisse Beziehungen zwischen den chemischen Constanten und diesen physikalischen gezeigt haben; doch ist das Zahlenmaterial, das mir heute zur Verfügung steht, ein noch zu geringes, als dass ich dasselbe schon jetzt publiciren könnte. Ich behalte mir daher die weitere Ausarbeitung dieser Frage für die nächste Zukunft vor.

Über die *a*-Methyl-*o*-phtalsäure

von

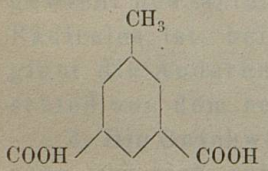
Stefan v. Niementowski,

Privatdocent an der k. k. technischen Hochschule in Lemberg.

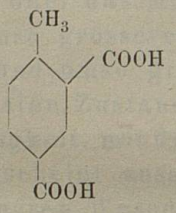
Aus dem chemischen Laboratorium der technischen Hochschule in Lemberg.

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. November 1891.)

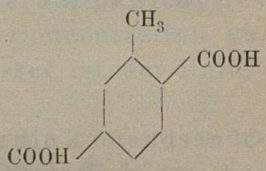
Die Kenntniss der Dicarbonsäuren des Toluols ist zur Zeit noch sehr lückenhaft, besonders mit Bezug auf die Homologen der in der Benzolreihe vielleicht am besten untersuchten *o*-Phtalsäure. Von den methylirten Iso- und Terephtalsäuren sind drei schon längst, auch ihrer Constitution nach, bekannt, nämlich die



Uvitinsäure,



a-Methylisophtalsäure,



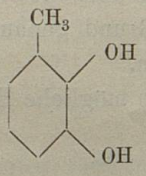
und Methylterephtalsäure.

Ausserdem finden sich noch in der Literatur Angaben über zwei weitere Säuren, die Isoxylidinsäure von Senhofer[1] und die Toluylendicarbonsäure von Irelan;[2] für letztere sind jedoch nicht einmal ihr Schmelzpunkt und Krystallform angegeben worden. Über die Structur der ersten dieser Säuren hat sich der Entdecker derselben seinerzeit nicht geäussert. Sie ist dargestellt worden durch Schmelzen von γ-toluoldisulfonsaurem Kalium mit

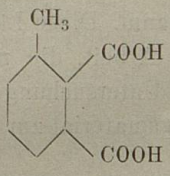
[1] C. Senhofer, Ann. Chem., 164, 134.

[2] Irelan, Zeitschrift für Chemie, 1869, 612.

Natriumformiat. Aus derselben γ-Toluoldisulfonsäure hat Senhofer beim Schmelzen mit Kaliumhydroxyd neben Salicylsäure ein neues Dioxytoluol erhalten, welches er Isoorcin benannt hat. Von den sechs theoretisch möglichen Dioxytoluolen ist die Stellung der Hydroxylgruppen im Laufe der Zeit für fünf genau nachgewiesen worden. Für das sechste, das Isoorcin von Senhofer, ist die Structurformel



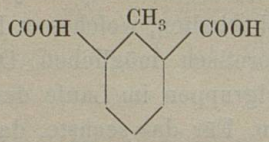
übrig geblieben. Dieselbe Stellung der Substituenten würde demnach auch für γ-Toluoldisulfonsäure gelten, und für die aus derselben dargestellte Isoxylidinsäure würde sich die Formel einer *v*-Methyl-*o*-phtalsäure



ergeben, jedoch vorausgesetzt, dass bei diesen Reactionen keine intramolecularen Verschiebungen stattgefunden haben.

Indessen ist es allgemein bekannt, dass diejenigen Umsetzungen, welche durch schmelzendes Kalihydrat bewirkt werden, sehr wenig zu Ortsbestimmungen geeignet sind. Insofern ist auch die mitgetheilte Ansicht nur als Vermuthung zu deuten, desto mehr, als der hohe Schmelzpunkt der Säure gegen diese Annahme spricht. Senhofer hat auch bei seiner Säure die Existenz eines Anhydrides nicht beobachtet, obwohl die Bedingungen zur Bildung desselben gegeben waren (er hat die Säure sublimirt), was auch gegen die Auffassung der Säure als Homo-*o*-Phtalsäure spricht. Man wird dadurch beinahe gedrängt zur Annahme verschiedener Stellung der Substituenten in der Dicarbonsäure und γ-Toluoldisulfonsäure einerseits und im Isoorcin anderseits, und

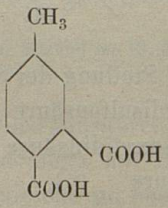
dann erscheint für die Isoxylidinsäure die Formel einer *v*-Methylisophtalsäure



als allein zulässig.

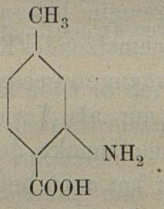
Ein endgiltiger Beweis über die Structur der Isoxylidinsäure kann übrigens erst auf Grund genauer experimenteller Untersuchungen erbracht werden.

Die zweite theoretisch mögliche Homo-*o*-Phtalsäure



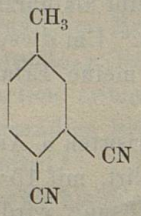
war auch noch nicht bekannt. Diese Lücke auszufüllen, war der Zweck der vorliegenden Arbeit, die mir um so näher lag, als ich durch meine früheren Untersuchungen in Besitz von Körpern gelangte, die als Ausgangsmaterial zur Darstellung dieser Säure dienen konnten.

Noch vor vier Jahren habe ich in Gemeinschaft mit Herrn Bronislaus Rożanski versucht, die *m*-*h*-Anthranilsäure



nach der Sandmeyer'schen Reaction in die *o*-Cyan-*p*-Toluylsäure überzuführen, doch ohne dabei, trotz mehrfach abgeänderter Versuchsbedingungen, einen Erfolg verzeichnen zu können. Wir haben darüber gelegentlich der Beschreibung der *o*-Nitro-*p*-Toluylsäure in den Berichten der deutschen chemischen

Gesellschaft[1] referirt. Im Herbste 1888 brachten dieselben Berichte[2] eine Abhandlung von G. Glock „Über Phenylen-*p*-diacetimidoäther", in welcher der Verfasser auch die Darstellung des Homophtalonitrils



aus dem *o*-Amido-*p*-Tolunitril beschreibt. Da eine nähere Untersuchung dieses Orthodicyanids mit Rücksicht auf die von demselben derivirende *o*-Dicarbonsäure nicht in der Absicht Herrn Glock's lag, was am besten daraus erhellt, dass in einem Zeitraume von drei Jahren, die seitdem verflossen, keine weiteren Mittheilungen über diesen Gegenstand erschienen sind, wandte ich mich kürzlich dem Studium des Verhaltens dieses Nitrils den verseifenden Agentien gegenüber zu, um auf diesem Wege die Lösung der mir längst vorschwebenden Aufgabe der Darstellung einer *o*-Homophtalsäure zu erreichen.

Wie vorauszusehen war, gelang dies ohne besondere Schwierigkeit, und ich bin schon heute im Stande, über die Darstellung und Eigenschaften der *a*-Methyl-*o*-phtalsäure und einiger ihrer Derivate Näheres zu berichten.

a-Methyl-*o*-phtalsäure.

Das zur Darstellung des Homophtalonitrils verwendete *o*-Amido-*p*-Tolunitril wurde durch Reduction des *o*-Nitro-*p*-Tolunitrils mit Zinn und Salzsäure gewonnen.[3]

Die Überführung dieses Nitrils in Homophtalonitril beschreibt Glock wie folgt: „Das Amidotolunitril wurde mittelst Salzsäure und Kaliumnitrit in das salzsaure Diazosalz verwandelt und

---

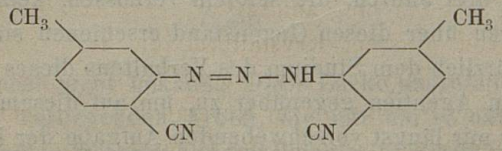
[1] St. v. Niementowski und Br. Rożański, Ber. chem. Gesellsch., XXI, 1997.

[2] G. Glock, daselbst, XXI, 2659.

[3] St. v. Niementowski, Journal für praktische Chemie (II), 40, 6.

allmälig einer heissen Kupfercyanür-Cyankaliumlösung zugesetzt. Es schied sich hierbei ein dunkel gefärbter Körper aus, der zur Reinigung der Destillation im Dampfstrom unterworfen wurde. Nur ein kleiner Theil desselben ging mit den Wasserdämpfen über, ein anderer Theil bleibt als harzige Masse ungelöst in dem Kolben zurück..... etc.“ Um diese dürftigen Angaben etwas zu beleuchten, theile ich meine Erfahrungen mit. Ich verfuhr folgendermassen:

Je 13·2 *g* fein pulverisirten *o*-Amido-*p*-Tolunitrils wurden in 400 cm^3 Wasser suspendirt, mit 15·2 cm^3 Salzsäure (sp. Gew. 1·20) versetzt. In diese Lösung wird langsam eine zweite, 7 *g* Natriumnitrit in 40 cm^3 Wasser, eingetragen. Im ersten Momente entsteht in der Flüssigkeit ein intensiv ziegelroth gefärbter Niederschlag, welcher gegen Ende der Reaction heller wird. Derselbe besteht aus Diazoamidoparatolunitril



was durch eine besondere Untersuchung, deren Resultate demnächst publicirt werden, festgestellt wurde. Seine Bildung zu vermeiden, ist mir nicht gelungen; dieses wäre möglich in einer sehr viel freie Säure enthaltenden Lösung, eine Bedingung, die im vorliegenden Falle nicht verwirklicht werden konnte, aus Rücksicht auf die Kupfercyanür-Cyankaliumlösung, welche durch freie Säure zersetzt würde. Die Menge des gebildeten Diazoamidokörpers belief sich bei günstigstem Verlauf der Diazotirung auf circa 60% des verwendeten *o*-Amido-*p*-Tolunitrils. Dieser Niederschlag muss von der Diazolösung abfiltrirt werden, weil er an der Reaction, wenigstens in gewünschter Richtung, nicht theilnimmt. Bringt man ihn nämlich in heisse Kupfercyanür-Cyankaliumlösung, so ballt er sich zu harzigen Klumpen zusammen und bleibt dann, wie auch Glock bemerkt hat, beim Behandeln mit Wasserdampf im Destillationskolben zurück.

Die filtrirte Diazolösung wird demnach in heisse Kupfercyanür-Cyankaliumlösung eingetragen. Diese letztere wird bereitet

aus 14 *g* Cyankalium (96%), 12·5 *g* Kupfervitriol und 75 *g* Wasser. Der Verlauf der Reaction ist dann ganz glatt und durch Bildung von Nebenproducten nicht gestört. Die Ausbeute an reinem, im Wasserdampfstrome überdestillirtem Homophtalonitril kommt der theoretischen ganz nahe, natürlich unter Berücksichtigung der in Wegfall zu bringenden Menge des in Diazoamidoverbindung verwandelten *o*-Amido-*p*-Tolunitrils.

Der Verlauf dieser Reaction erinnert lebhaft an das ganz analoge Verhalten des *m*-Nitranilins beim Diazotiren und beim Überführen in *m*-Nitrobenzonitril.[1]

Die Angaben Herrn Glock's über das Homophtalonitril kann ich bis auf diejenige des Schmelzpunktes, den ich bei 120°, also 3° höher als jener Autor angibt, gefunden, bestätigen.

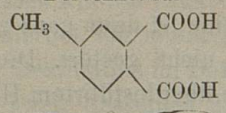
Die Verseifung des Homophtalonitrils geschah unter Anwendung concentrirter Salzsäure. Je 3 *g* des Nitrils wurden mit 16 *g* Salzsäure (sp. Gew. 1·19) in Röhren eingeschmolzen, im Luftbade drei Stunden lang auf 140° C. erhitzt. Die erkalteten Röhren sind von weissem Krystallbrei, der freien Säure und Salmiak erfüllt. Die Krystalle wurden auf dem Filter gesammelt, in heissem Wasser gelöst und zur Krystallisation gestellt. Nach paar Tagen findet man am Boden des Gefässes eine harte weisse Krystallkruste der *a*-Methyl-*o*-phtalsäure. Sie wird von der viel Salmiak enthaltenden Mutterlauge getrennt, mit geringer Menge eiskalten Wassers ausgewaschen und wiederholt aus Wasser oder aus Xylol umkrystallisirt. Weitere Mengen der Säure gewinnt man aus den salzsauren Mutterlaugen der ersten in Röhren erfolgten Krystallisation der Säure. Dieselben werden im Wasserbade behufs Vertreibung der Salzsäure, schliesslich unter Wasserzusatz auf geringes Volumen eingedampft, zur Krystallisation gestellt und in derselben Weise durch Umkrystallisiren aus Wasser oder Xylol gereinigt. Die zur Analyse verwendete Probe wurde aus Wasser bis zum constanten Schmelzpunkt umkrystallisirt.

I. 0·2183 *g* Substanz (exsiccatortrocken) gaben 0·4789 *g* CO_2 in 0·0937 *g* Wasser.

---

[1] St. v. Niementowski, Ber. der chem. Ges., XXII, 2562.

Berechnet für



			Gefunden I.
C_9	108	60·00%	59·83%
H_8	8	4·44	4·77
O_4	64	35·55	—
	180	99·99	

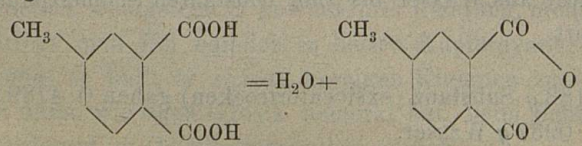
Die reine *a*-Methyl-*o*-phtalsäure schmilzt bei 152° C. Sie ist sehr leicht löslich in Wasser, Alkohol, Äthylacetat und Aceton. Sehr schwer löslich und nur in der Siedehitze in Chloroform und Benzol. In den homologen Kohlenwasserstoffen des Benzols ist sie leichter löslich, und zwar desto leichter, je höher der Siedepunkt derselben. Demnach, während sie in Benzol und Toluol nur sehr schwer löslich ist, wird sie von siedendem Xylol schon leicht, von siedendem Cumol sogar sehr leicht gelöst.

Beim Eindampfen der wässerigen Lösungen der Säure kommt es öfters vor, dass der fast zur Trockniss gebrachte Rückstand zu einem Öl zusammenschmilzt und dann nur allmälig vom siedenden Wasser aufgenommen wird. Diese Erscheinung hat ihre Erklärung in leichtem Übergange der Säure in das Anhydrid, dessen Schmelzpunkt (92° C.) unterhalb des Siedepunktes des Wassers liegt.

Mit Resorcin erhitzt gibt die Säure eine gelbe Schmelze, welche von alkalihaltigem Wasser aufgenommen, eine intensiv gelbgrün fluorescirende Lösung gibt.

a-Methyl-*o*-phtalsäureanhydrid.

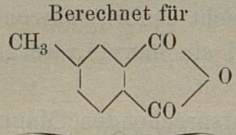
Wird die *a*-Methyl-*o*-phtalsäure der trockenen Destillation unterworfen, so erfolgt unter Wasserabspaltung im Sinne folgender Gleichung:



die Bildung des *a*-Methylphtalsäureanhydrids. In der Retorte bleibt ein geringer kohliger Rückstand zurück, in der Vorlage

sammelt sich neben Wasser ein öliges Destillat, welches bald krystallinisch erstarrt. Nachdem dasselbe vom Wasser durch Auspressen oder Austrocknen am Fliesspapier befreit worden, wird es am besten durch nochmalige Destillation gereinigt. Das auf diese Weise gewonnene schneeweisse Product besass einen constanten Schmelzpunkt von 92° C. und zeigte bei der Verbrennung die richtige Zusammensetzung des Homophtalsäureanhydrids.

I. 0·2092 *g* exsiccatortrockener Substanz gaben 0·5035 *g* Kohlensäure und 0·076 *g* Wasser.



	Berechnet für		Gefunden
			I.
C_9	108	66·66%	66·26%
H_6.....	6	3·71	4·03
O_3	48	29·63	—
	162	100·00	

Das *a*-Methylphtalsäureanhydrid schmilzt, wie erwähnt, bei 92° C. Es ist in meist gebrauchten organischen Solventien, wie Alkohol, Benzol, Chloroform, Äthylacetat u. dergl., besonders in der Wärme, sehr leicht löslich.

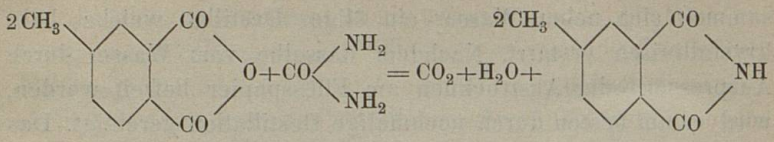
Unter siedendem Wasser schmilzt es zu einem Öl, welches längere Zeit gekocht, vom Wasser gelöst wird, indem es unter Wasseraufnahme in die leicht lösliche *a*-Methyl-*o*-phtalsäure übergeht.

Es krystallisirt in Nadeln oder in undeutlich ausgebildeten kleinen Kryställchen.

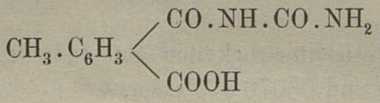
Mit Resorcin geschmolzen gibt es selbstverständlich ebenso wie die freie Säure die charakteristische Fluoresceinreaction.

a-Methylphtalimid.

Das *a*-Methylphtalimid wird sehr leicht gewonnen beim Zusammenschmelzen zweier Moleküle *a*-Methylphtalsäureanhydrids mit einem Moleküle Harnstoff:



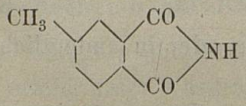
Als Zwischenproduct tritt bei dieser Reaction ohne Zweifel ebenso wie in der Benzolreihe[1] die *a*-Methylphtalursäure



auf; dieselbe wurde aber nicht isolirt, obwohl sie gewisses Interesse erregen dürfte, weil sie hier in zwei isomeren Modificationen existiren muss.

Die jener Gleichung entsprechenden Mengen feinpulverisirter Materialien wurden in einem Rundkölbchen im Paraffinbade erhitzt. Bei 120° C. war die Masse zu einer homogenen Flüssigkeit zusammengeschmolzen, bei 140° fängt die Gasentwicklung an, die bei langsamem Steigern der Temperatur des Bades bis zu 160° andauert, bei circa 162° erstarrte die Masse krystallinisch. Es wurde dann noch ein paar Minuten auf 170° erhitzt. Das Rohproduct wurde durch wiederholtes Umkrystallisiren aus siedendem Weingeist gereinigt und schliesslich analysirt.

I. 0·1577 *g* lufttrockener Substanz gaben 12·3 cm^3 Stickstoff bei 18° C. und 739 *mm* Barometerstand.

	Berechnet für 		Gefunden
			I.
C_9	108	67·08%	—
H_7	7	4·35	—
N	14	8·70	8·91%
O_2	32	19·87	—
	161	100·00	

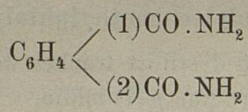
[1] A. Piutti, Ann. Chem., 214, 19.

a-Methylphtalimid krystallisirt in kurzen Nadeln, die bei 196° C. schmelzen.

Es ist löslich in siedendem Wasser. In Weingeist und Aceton schon in der Kälte sehr leicht löslich, im Benzol erst in der Kochhitze; unlöslich in verdünnten Mineralsäuren, löslich in Alkalilaugen.

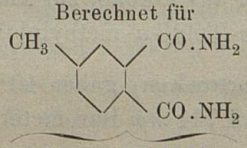
a-Methylphtaldiamid.

Diese Verbindung wurde bei der Einwirkung starken Ammoniaks auf *a*-Methylphtalimid erhalten, ganz ähnlich wie dies von Ossian Aschan in der Benzolreihe beim Phtaldiamid



geschehen ist.[1] Das *a*-Methylphtalimid wurde mit starkem Ammoniak, dem etwas Alkohol behufs leichterer Auflösung des Imids hinzugesetzt wurde, versetzt, auf etwa 40° C. erhitzt und ruhig stehen gelassen. Nach einiger Zeit scheiden sich weisse Nadeln des *a*-Methylphtaldiamids aus. Da der Körper leicht zersetzlich zu sein schien, wurde er nicht weiter umkrystallisirt, sondern direct analysirt.

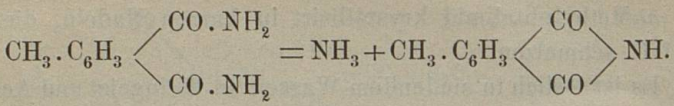
0·1038 *g* Substanz (exsiccatortrocken) gaben 14·5 cm^3 feuchten Stickstoff bei 14·5° C. und 738 *mm* Barometerstand.



	Berechnet für		Gefunden
C_9	108	60·67%	—
H_{10}	10	5·62	—
N_2	28	15·73	15·96%
O_2	32	17·97	—
	178	99·99	

a-Methylphtaldiamid schmilzt bei 188° C. unter Ammoniakentwicklung; es geht dabei selbst in *a*-Methylphtalimid über:

[1] Ossian Aschan, Ber. der deutschen chem. Ges., XIX, 1399.

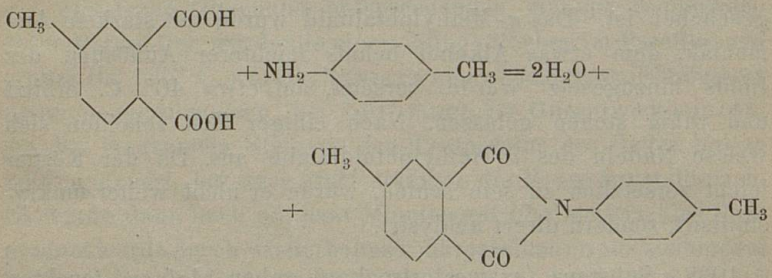


Es ist in Wasser leicht löslich.

Lässt man die Mutterlaugen von diesem Körper im Exsiccator verdunsten, so bleibt eine weisse Krystallmasse zurück, die bei 208° C. schmilzt. Derselbe Körper entsteht auch scheinbar, wenn man das *a*-Methylphtalimid mit starkem Ammoniak und Alkohol einige Minuten kocht und zur Krystallisation hinstellt. Ich habe ihn noch nicht näher untersucht.

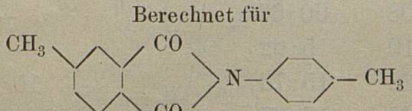
p-Tolyl-*a*-methylphtalimid.

Schmilzt man und destillirt trocken äquimoleculare Mengen der *a*-Methylphtalsäure und *p*-Toluidin,



so resultirt in der Vorlage eine weisse Krystallmasse, die nach paarmaligem Umkrystallisiren aus Alkohol zur Analyse gebracht, die Zusammensetzung eines *p*-Tolyl-*a*-methylphtalimids besass.

0·2122 *g* Substanz (exsiccatortrocken) gaben 10·6 cm^3 feuchten Stickstoffs bei 16° C. und 741 *mm* Barometerstand.



	Berechnet für		Gefunden
C_{16}	192	76·49%	—
H_{13}	13	5·18	—
N.....	14	5·58	5·70%
O_2	32	12·75	—
	251	100·00	

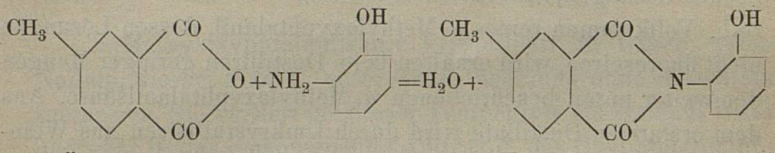
Der neue Körper schmilzt bei 180° C.

Er ist sehr leicht löslich in kaltem Chloroform, Benzol und Äthylacetat, bedeutend schwerer in Aceton und in siedendem Alkohol.

Unlöslich in Wasser, in Mineralsäuren und in Alkalilaugen.

a-Methyloxyphtalanil.

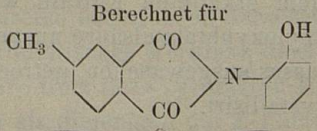
Ähnlich dem *p*-Toluidin wirkt das *o*-Amidophenol auf *a*-Methylphtalsäureanhydrid ein:



Äquimoleculare Mengen beider Körper wurden im Paraffinbade auf 170°, schliesslich einige Minuten auf 220° C. erhitzt. Die erhaltene rostfarbene Schmelze wird fein pulverisirt und aus Alkohol umkrystallisirt. Die weingeistigen Lösungen zeigen eine intensive olivengrüne Fluorescenz, die ausgeschiedenen ersten Krystallisationen eine deutliche Lilafärbung. Nach mehrmaligem Umkrystallisiren erhält man schliesslich weisse, bei 205° C. schmelzende Kryställchen, deren Lösungen nur noch schwache Fluorescenz zeigen. Offenbar ist das bei dieser Reaction entstehende Nebenproduct, ein azotirtes Phtaleïn, leichter in Alkohol löslich als das *a*-Methyloxyphtalanil.

I. 0·2259 *g* Substanz (exsiccatortrocken) gaben 0·5914 *g* Kohlensäure und 0·1007 *g* Wasser.

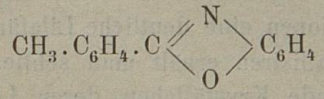
II. 0·1461 *g* derselben Substanz gaben 7·5 cm^3 feuchten Stickstoff bei 17° C. und 740 *mm* Barometerstand.



	Berechnet für		Gefunden	
			I.	II.
C_{15}	180	71·15%	71·40%	—
H_{11}	11	4·35	4·95	—
N	14	5·53	—	5·82%
O_3	48	18·97	—	—
	253	100·00		

a-Methyloxyphtalanil (Oxyphenyl-*a*-Methylphtalimid) schmilzt bei 205° C. und krystallisirt in concentrisch gruppirten sechsseitigen Lamellen.

Es ist unlöslich in Wasser, löslich in siedendem Benzol, leichter in Alkohol. Sehr leicht, auch in der Kälte, wird es vom Essigäther aufgenommen. Die Lösungen besitzen noch eine deutliche Fluorescenz, die indessen einer Verunreinigung zuzuschreiben ist;[1] dieselbe ist besonders schön gelbgrün in benzolischen Lösungen, bei alkoholischen zeigt sie einen Stich ins Rosaroth. Vollkommen reines *a*-Methyloxyphtalanil, dessen Lösungen nicht fluoresciren, wird erhalten beim Destilliren geringer Mengen der weiter unten beschriebenen *a*-Methyloxyphtalanilsäure. Aus dem erstarrten Destillate wird durch Umkrystallisiren aus Weingeist das reine *a*-Methyloxyphtalanil, Schmelzpunkt 205°, ausgeschieden; die eingedampften Mutterlaugen hinterlassen geringe Mengen einer dickflüssigen Substanz, die mit der Zeit fester wird und die höchstwahrscheinlich als Tolenylamidophenol



aufzufassen ist.

a-Methyloxyphtalanil ist in kaustischen und kohlensauren Alkalien löslich.

a-Methyloxyphtalanilsäure.

a-Methyloxyphtalanil wurde in siedender Sodalösung aufgenommen und von geringen Mengen unlöslicher farbiger Substanzen abfiltrirt. Aus dem erkalteten Filtrate wurde mittelst Salzsäure die freie *a*-Methyloxyphtalanilsäure ausgeschieden, auf dem Filter mit kaltem Wasser ausgewaschen, getrocknet und aus siedendem Alkohol umkrystallisirt.

0·2236 *g* Substanz (exsiccatortrocken) gaben 0·5434 *g* Kohlensäure und 0·1023 *g* Wasser.

---

[1] Der etwas zu hohe C-Gehalt, der bei der Analyse erhalten wurde, ist wohl ebenfalls darauf zurückzuführen.

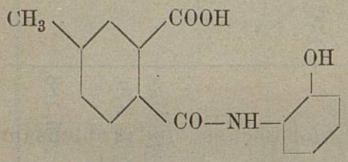
	Berechnet für $CH_3.C_6H_3 \begin{cases} COOH \\ CO.NH.C_6H_4.OH \end{cases}$		Gefunden
C_{15}	180	66·42%	66·28%
H_{13}	13	4·80	5·08
N	14	5·16	—
O_4	64	23·62	—
	271	100·00	

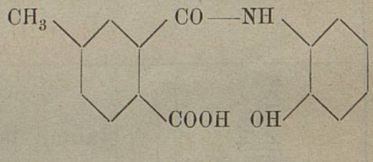
a-Methyloxyphtalanilsäure krystallisirt in feinen weissen Nadeln, die bei 200° C. unter Gasentwicklung ohne Schwärzung schmelzen. Sie verliert bei dieser Temperatur ein Molekül Wasser und geht in das entsprechende Anhydrid, das Oxyphtalanil, über.

Löslich in ätzenden und kohlensauren Alkalien.

Unlöslich in Benzol und Chloroform, löslich in heissem Weingeist und Essigäther, sehr leicht löslich in Aceton.

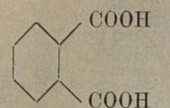
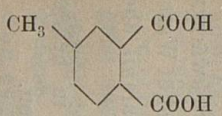
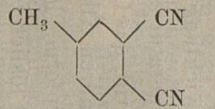
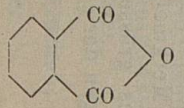
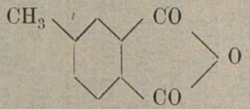
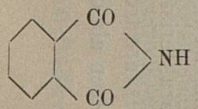
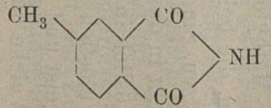
Welche der beiden theoretisch möglichen Formeln

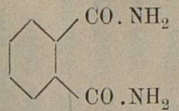
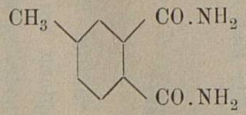
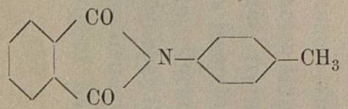
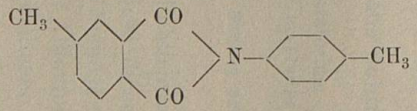
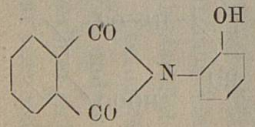
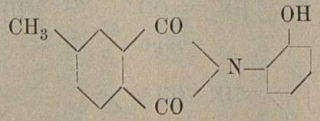


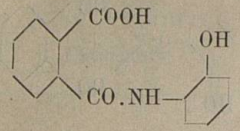
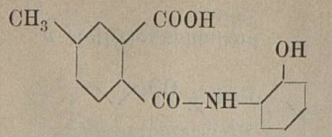
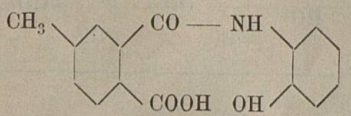


dem neuen Körper thatsächlich zukommt, kann auf Grund des vorliegenden Beobachtungsmaterials vorläufig nicht entschieden werden.

Zum Schlusse gebe ich eine kleine tabellarische Zusammenstellung der dargestellten Verbindungen und der entsprechenden der Benzolreihe neben ihren Schmelzpunkten. Daraus ergibt sich als charakteristisches Merkmal, dass die Derivate der *a*-Methyl-*o*-phtalsäure trotz ihres grösseren Kohlenstoffgehaltes niedriger schmelzen als diejenigen der *o*-Phtalsäure.

 Phtalsäure	184° Ganze Krystalle 213°. Verrieben 203°.	 *a*-Methylphtalsäure	152°
		 *a*-Methylphtalonitril	117° Glock, B., XXI, 2659. 120° v. Niementowski.
 Phtalsäureanhydrid	128°	 *a*-Methylphtalsäureanhydrid	92°
 Phtalimid	226—227° Michael, B., X, 579. 238° Cohn, Ann., 205, 188.	 *a*-Methylphtalimid	196°

 Phtaldiamid	219—220° Bülow, Ann., 236, 188.	 *a*-Methylphtalamid	188°
 *p*-Tolylphtalimid	201—202° Michael, B., X, 579.	 *p*-Tolyl-*a*-methylphtalimid	186°
 Oxyphtalanil	220° Ladenburg, B., IX, 1528.	 *a*-Methyloxyphtalanil	205°

 Oxyphtalanilsäure	223° Ladenburg, daselbst.	 oder  *a*-Methyloxyphtalanilsäure.	200°

Notiz über Crotonaldoxim und Allylcyanid

von

Titus Schindler.

Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. Ad. Lieben an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. December 1891.)

In meiner früheren Publication über das Crotonaldoxim[1] habe ich nachgewiesen, dass diese Verbindung durch Erhitzen mit Essigsäureanhydrid in Crotonsäurenitril übergeht. Die Bestimmung der Configuration der Aldoxime soll jedoch nach Hantsch („Die Bestimmung der räumlichen Configuration stereoisomerer Oxime." B.B. 1891, S. 13) dadurch erbracht werden, dass man auf die wässerige Lösung des frisch und in der Kälte bereiteten Reactionsproductes von Essigsäureanhydrid und Aldoxim gleichfalls in der Kälte Natriumcarbonat einwirken lässt. Je nachdem hiebei Nitrilbildung beobachtet wird oder nicht, ist für das Oxim die β-, beziehungsweise α-Configuration anzusprechen.

Ich habe den diesbezüglichen Versuch nun am Crotonaldoxim ausgeführt und berichte hier kurz über dessen Ergebniss.

0·2 *g* krystallisirten Oximes wurden auf einem Uhrglas mit etwas mehr als der berechneten Menge Essigsäureanhydrid übergossen, wobei unter mässiger, freiwilliger Erwärmung Verflüssigung eintrat. Ein Theil des Reactionsproductes hinterblieb nach mehrtägigem Verweilen im Vacuum als ein braungefärbter, gummiartiger, im Wasser löslicher Rückstand; der andere Theil wurde sofort mit Wasser zusammengebracht, worin er sich klar löste, und mit überschüssigem Natriumcarbonat versetzt. Es

[1] M. 1891, S. 410.

schied sich eine relativ reichliche Menge eines farblosen Öls vom Geruche des Crotonsäurenitrils aus; nach Hantsch müsste demnach das krystallisirte Oxim die β-Configuration besitzen. Das Versuchsergebniss scheint jedoch durch folgende Beobachtung getrübt.

Das durch Natriumcarbonat abgeschiedene Öl ist allem Anschein nach nicht homogen, denn beim Ausschütteln mit kleinen Mengen Äthers merkt man, dass ein Theil des Öls in diesem Lösungsmittel schwer löslich ist und erst bei entsprechender Vermehrung der Äthermenge vollständig in Lösung geht. Wird die ätherische Lösung auf einem Uhrglas der freiwilligen Verdunstung überlassen, so hinterbleibt, nachdem erst der Äther und dann das unzweifelhaft gebildete Nitril verschwunden, ein dickes, farbloses, kaum riechendes Öl. Crotonaldoxim geht demnach in der von Hantsch a. a. O. vorgeschriebenen Weise behandelt, schon in der Kälte, aber doch nicht glatt in Crotonsäurenitril über. Vorläufig ist diese Beobachtung aus Mangel an Material nicht weiter verfolgt worden.

Ich nehme hier im Einverständniss mit Herrn Lippmann die Gelegenheit wahr, zu constatiren, dass die Bestimmung der Constitution des Allylcyanids[1] mit Hilfe seines Bromadditionsproductes schon von Chase Palmer[2] früher als von Lippmann mit demselben Erfolge durchgeführt worden ist, was Letzterer übersehen hatte. Die Arbeit von Herrn Lippmann kann demnach als eine Bestätigung der Palmer'schen Beobachtungen angesehen werden.

---

[1] M. 1891, S. 402.

[2] Americ. chem. Journ. 11, p. 89.

Quantitative Bestimmung von Silber und Gold mittelst salzsaurem Hydroxylamin

von

Prof. Alex. Lainer.

Aus dem Laboratorium der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. December 1891.)

I. Das salzsaure Hydroxylamin im Vereine mit Ätzkali eignet sich in vortrefflicher Weise zur quantitativ-analytischen Bestimmung des Silbers im Silbernitrat-, Silbernatriumthiosulfat- und Kaliumsilbercyanid, sowie zur vollständigen Reduction von Chlor-, Brom- und Jodsilber.[1]

Organische Säuren, wie z. B. Citronensäure, sind hiebei der Fällung des Silbers nicht hinderlich, wie beispielsweise aus folgenden Analysen hervorgeht:

a) 0·8444 *g* Silbernitrat mittelst salzsaurem Hydroxylamin und Ätzkali gefällt, ergaben 0·5368 *g* oder 63·58% (berechnet 63·53%) Silber.

b) 0·9632 *g* Silbernitrat wurden in citronensaures Silber übergeführt und sodann das Silber wie in *a)* bestimmt. Gefunden wurden 0 6118 *g* oder 63·52% Silber.

Behufs Trennung des Silbers von anderen Metallen, z. B. Kupfer, fällt man das Silber als Chlorsilber und reducirt den durch Decantation gewaschenen Niederschlag durch Zusatz eines Stückchens Ätzkali und einiger Krystalle salzsauren Hydroxylamins; nach Zusatz von etwas Wasser wird rasch zum Sieden

[1] A. Lainer: Sitzungsberichte der kais. Akad. in Wien; Bd. XCVII., Abth. II. b. 1888.

erhitzt, sodann mit Wasser verdünnt und nach eingetretener Klärung filtrirt. Das durch Reduction erhaltene Silber wird mit heissem Wasser gewaschen etc.

II. Versetzt man eine Goldchloridlösung mit Ätzkali und salzsaurem Hydroxylamin, so wird fast sofort eine vollständige Abscheidung des Goldes erreicht.

15 cm^3 einer Goldchloridlösung mit dem Goldgehalte von 0·1257 *g* ergaben 0·1277 *g* Gold. Ein geringer Zusatz von Salpetersäure hinderte die Fällung in der durch Ätzkali alkalisch gemachten Goldchloridlösung nicht, während ein Gemisch von 2 cm^3 Salpetersäure und 1 cm^3 Salzsäure einen Goldverlust von 0·0021 *g* verursachte, welcher auch bereits durch das im directen Sonnenlichte röthlich schimmernde Filtrat angedeutet wurde.

Das Gold kann aus erwärmten, schwach salzsauren oder neutralen Lösungen seiner Salze auch ohne Zusatz von Ätzkali mittelst salzsaurem Hydroxylamin gefällt werden.

Diese Reduction geht selbst ohne Erwärmung und im Dunkeln vor sich, wird jedoch durch Wärme, sowie auch durch das Tageslicht in auffallender Weise beschleunigt.

Diese Methode der Fällung des Goldes mittelst salzsaurem Hydroxylamin ohne Ätzkali ist zur Trennung desselben von Alkali- oder Erdalkalichloriden vortrefflich verwevdbar und liefert bei verhältnissmässig sehr kurzer Arbeitszeit vollkommen genaue Resultate, wie folgende Beispiele zeigen mögen:

a) 50 cm^3 einer Goldchloridlösung mit einem Goldgehalte von 0·1677 *g* ergaben bei Anwendung dieser Methode der Fällung 0·1679 *g* Gold,

b) 0·4012 *g* krystallisirtes wasserfreies Goldchloridkalium[1] mit einem Goldgehalte von 52·05% ergaben 0·2086 *g* oder 51·99% Gold. Das erhaltene Filtrat wurde eingedampft, getrocknet und geglüht; es ergab 0·0801 *g* oder 19·96% Kaliumchlorid (berechnet 19·73%).

In einer mittelst Cyankalium versetzten Goldchloridlösung war mit salzsaurem Hydroxylamin und Ätzkali keine Färbung zu erzielen; während dieselbe aus einer mit Natriumthiosulfat ver-

[1] Alex. Lainer, Sitzungsberichte der kais. Akad., Bd. XCIX, Abth. II b, 18890.

setzten Goldlösung vollständig gelang. (Eisenvitriol oder Oxalsäure vermögen bekanntlich das Gold aus genannter Lösung nicht abzuscheiden.)

Beispiel: 2 *g* Natriumthiosulfat wurden in wenig Wasser gelöst und 15 cm^3 einer Goldchloridlösung mit einem Goldgehalte von 0·1275 *g* zugesetzt. Die Analyse ergab 0·1276 *g* Gold.

Die hier mitgetheilten Methoden der Fällung des Silbers und Goldes können auch zur Wiedergewinnung des Silbers und Goldes aus den photographischen Rückständen verwendet werden, wobei jedoch statt des reinen salzsauren Hydroxylamins das käufliche Hydroxylamin hältige „Reducirsalz" gebraucht wird.[1]

---

[1] Siehe: „Mittheilungen über das salzsaure Hydroxylamin, das Reducirsalz und die Reducirlösung", ferner „Wiedergewinnung des Silbers aus den photographischen Rückständen" (Phot. Correspondenz 1890); „Zur Reduction der Silberrückstände" (Dingler's Journal 1890, S. 565).

Das Verhalten des Wasserstoffes zu Blei und anderen Metallen

von

G. Neumann und F. Streintz.

(Mit 2 Textfiguren.)

Aus dem chemischen Institute der k. k. Universität in Graz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. December 1891.)

In der letzten gemeinschaftlichen Untersuchung wurde zur Erklärung von physikalischen Erscheinungen, welche an der negativen Platte eines Secundärelementes auftreten, die Annahme gemacht, dass Blei die Fähigkeit besitze, Wasserstoff zu absorbiren.[1]

Zweck der vorliegenden Arbeit ist, diese Annahme zu beweisen. Wir versuchten den Beweis nach zwei verschiedenen Methoden zu erbringen: erstens durch Untersuchung des auf elektrolytischem Wege mit Wasserstoff versehenen Metalles und zweitens dadurch, dass geschmolzenes Blei, durch welches ein Strom des Gases geleitet worden war, auf dieses geprüft wurde. Die letztere Methode, welche nach ihrem Erfinder die Graham'sche genannt werden kann, wurde dann auf eine Reihe anderer Metalle, und zwar auf Palladium, Platin, Gold, Silber, Kupfer, Nickel, Eisen, Kobalt und Aluminium ausgedehnt.

1. Verhalten des Wasserstoffes zu Blei.

In jüngster Zeit sind über diesen Gegenstand zwei Arbeiten erschienen;[2] es möge uns gestattet sein, eine Kritik derselben vorauszuschicken. Cantor will durch titrimetrische Messungen

[1] Streintz und Neumann, Wied. Ann., 41, 1890, S. 106 ff.

[2] M. Cantor, Monatshefte für Chemie, XI, 1890, S. 433 und H. Strecker, Inaug. Dissert., Berlin 1891, Springer.

erwiesen haben, dass eine Occlusion von Wasserstoff durch Blei unmöglich sei. Seine Untersuchungsweise beruht auf der von Aron[1] und Frankland[2] bei der Ladung von Secundärelementen beobachteten Concentrationsänderung des Elektrolytes. Er füllt ein eigens hergerichtetes Element, in welchem Platin die Anode und ein Theil der negativen Platte eines Accumulators der El. Pow. Stor. Comp. die Kathode bildet, mit einer bestimmten Menge Schwefelsäure von bekannter Concentration. Nachdem nun das Element geladen und die während dieses Processes entwickelte Quantität Wasserstoff und Sauerstoff getrennt gemessen war, wird in einer gewogenen Vorprobe titrimetrisch die procentische Zusammensetzung und dann die Gesammtmenge Schwefelsäure des Elektrolytes ermittelt.

Mit Hilfe der so gewonnenen Zahlen berechnet nun Cantor die nach der Ladung im Elektrolyte vorhandene Quantität Wasser und die derselben äquivalente Menge Wasserstoff, welche zu dem während der Elektrolyse entwickelten addirt, einen Schluss auf die Beschaffenheit der Kathode nach der Ladung gestattet. Ist nämlich die berechnete und die während der Ladung entwickelte Wasserstoffmenge zusammen kleiner als das Quantum Wasserstoff des ursprünglichen Elektrolytes, so ist Wasserstoff von der Kathode occludirt, ist sie gleich, so ist nichts aufgenommen worden.

Ohne Zweifel hätte eine auf dieser Überlegung basirende Untersuchung zu brauchbaren Resultaten führen müssen, wenn nicht Herr Cantor bei ihrer Durchführung einige Fehler begangen hätte. Er hat nämlich, um bei der Vorprobe Durchschnittszahlen für den SO_3-Gehalt des Elektrolytes zu bekommen, den Zellinhalt mittelst einer Pipette aufgesogen und wieder in das Gefäss zurückgegeben. Hierbei kommt natürlich die geladene Bleiplatte mit Luft in Berührung, der eventuell occludirte Wasserstoff wird zu Wasser oxydirt und geht in den Elektrolyt über.[3]

---

[1] H. Aron, Elektrotech. Zeitschr., 4, 1883, 101.

[2] Frankland, Proceedings of the Roy. Society, 35, 67.

[3] Nach W. Kohlrausch (Wied. Ann., 34, S. 591, 1888) ist es nicht rathsam, geladene Accumulatoren zu entleeren, da sich die negativen Elektroden an der Luft bedeutend erhitzen, weil das fein vertheilte metallische Blei durch den Sauerstoff der Luft energisch oxydirt wird. Grössere Wahrscheinlichkeit scheint uns jedoch die eben gemachte Annahme zu besitzen.

Es ist also bei diesem Untersuchungsmodus gar nicht möglich, Wasserstoff in der Bleiplatte nachzuweisen, selbst wenn solcher während der Ladung occludirt wurde.

Ein zweiter Mangel der Cantor'schen Untersuchungsweise besteht in der Art der Bestimmung der gesammten, im Elektrolyte vorräthigen SO_3-Menge. Zu diesem Ende müssen nämlich die Zelle und die Elektroden von aller anhaftenden Schwefelsäure befreit werden. Die Gewinnung der Schwefelsäure von den Zellwänden und der Anode bietet keine Schwierigkeiten, ein mehrmaliges Abspülen mit Wasser genügt. Allerdings fehlen auch darüber irgendwelche Angaben in der Abhandlung des Herrn Cantor. Ganz anders steht es mit der Kathode. Nach von uns angestellten Versuchen nimmt die aus einer Kathode eines El. Pow. Stor. Comp.-Accumulators geschnittene Platte von 19 : 12 : 3 *mm* Grösse, also eine solche, wie sie Herr Cantor anwandte, nach längerem Liegen in verdünnter Schwefelsäure und oberflächlichem Abtrocknen mit Fliesspapier circa 0·5 *g* Flüssigkeit auf. Diese darf natürlich nicht vernachlässigt werden, sie muss quantitativ herausgewaschen werden. Welche Schwierigkeiten das vollkommene Aussüssen solcher Platten bietet, haben unsere weiter unten beschriebenen Versuche gezeigt. Es waren bei einer 30 Maschen grossen Platte aus einem El. Pow. Stor. Comp.-Accumulator nicht weniger als 20 *l* Waschwasser nöthig! Schon aus diesem Grunde ist die Übereinstimmung der Zahlen, welche Herr Cantor für den Wasserstoffgehalt des Elektrolytes vor und nach der Ladung gefunden hat, befremdlich. Sie wird es aber noch mehr, wenn man bedenkt, dass während der Entleerung der Zelle der Strom unterbrochen wird und daher eine Sulfatbildung auf Kosten des Elektrolytes unvermeidlich ist.

H. Strecker versucht durch Auspumpen der geladenen Platte mit der Luftpumpe ebenfalls zu beweisen, dass während der Ladung keine Occlusion von Wasserstoff stattfinde. Seine Versuche sind aber gleichfalls ohne Belang, da er die geladenen Platten ebenso wie Herr Cantor dem Einfluss der Luft aussetzt, also den Wasserstoff nach der Ladung wieder oxydirt. Übrigens beweist der dritte Versuch des Herrn Strecker[1] von wie grosser

[1] L. c. S. 15.

Wichtigkeit es ist, die geladenen Platten vor Luftzutritt zu schützen. Bei diesem Versuch brachte er nämlich die geladene Platte direct aus der Säure unter den Recipienten der Luftpumpe und beobachtete nach dreitägigem Stehen keinen Wasserstoff. Es ist aber klar, dass die Schwefelsäure mit dem Blei in Action getreten ist, deren Producte Wasserstoff und Bleisulfat sind. Der entwickelte Wasserstoff kann nicht unbeträchtlich sein und berechnet sich bei Grössenverhältnissen, wie sie Herr Cantor angewendet hat, folgendermassen: Wie erwähnt, saugt eine solche Platte $0 \cdot 5\,g$ verdünnte Schwefelsäure (20%) auf. In derselben sind enthalten $0 \cdot 1\,g$ H_2SO_4 mit $0 \cdot 00201\,g$ oder $22 \cdot 6\,cm^3$ Wasserstoff, welcher bei der bedeutenden Oberfläche wohl zum grossen Theil in Freiheit gesetzt wird. Diese grosse Menge Gas hat Herr Strecker nicht beobachtet, was nur dadurch erklärlich ist, dass der Wasserstoff durch den Sauerstoff der Luft im Recipienten oxydirt worden ist. Ebenso wie dieser Wasserstoff sich der Beobachtung entzieht, muss auch eventuell occludirter Wasserstoff verloren gehen.

Wir gehen nun daran, die von uns ausgeführten Versuche zu beschreiben und deren Ergebnisse mitzutheilen.

1. Methode.

Ein Argandlampencylinder wird mit zwei durchbohrten Gummistopfen verschlossen. Durch zwei Öffnungen des oberen Gummistopfens führen Glasröhren mit eingeschmolzenen Platindrähten, an welchen sich je eine 30 Maschen grosse Kathode und Anode eines El. Pow. Stor. Comp.-Accumulators befinden. In einer dritten steckt eine Röhre, welche direct unter dem Stopfen endigt und mit einem Heber verbunden ist, der zu einem Kolben führt. Der untere Stopfen enthält eine Röhre mit Kautschukschlauch und Quetschhahn. Zunächst wird das mit 20%iger Schwefelsäure gefüllte Element geladen und dann ohne Unterbrechung des Stromes so lange mit destillirtem Wasser ausgewaschen, bis selbst nach zwölfstündigem Stehen der Elektroden im Waschwasser kein Strom mit Hilfe einer Spiegel-Tangentenboussole zu beobachten ist. Dieses Waschen geschieht, indem mittelst des Hebers reines ausgekochtes Wasser sich in die Zelle ergiesst und gleichzeitig durch die untere Röhre der

Überschuss abfliesst, während der Quetschhahn so regulirt ist, dass ungefähr zwei bis drei Tropfen Wasser in der Secunde ausfliessen. Damit das Wasser vollkommen sauerstofffrei sei, wird das Waschwasserreservoir vollständig mit kochendem Wasser gefüllt und mit einem zweifach durchbohrten Stopfen verschlossen, dessen eine Öffnung mit mehreren, pyrogallussaures Alkali enthaltenden Waschflaschen in Verbindung steht, dessen zweite den erwähnten Heber trägt. Sobald das Waschwasser erkaltet ist, wird der gefüllte Heber mit der gleichfalls mit Wasser gefüllten dritten Röhre des oberen Stopfens verbunden. Nach dem vollkommenen Auswaschen, welches ungefähr eine Woche in Anspruch nimmt und wozu circa 20 *l* Wasser nöthig sind, wird der Cylinder unter ausgekochtem Wasser geöffnet, die Kathode von dem Platindraht losgelöst und in eine in demselben Wasser stehende und mit der gleichen Flüssigkeit gefüllte Bayonettverbrennungsröhre gebracht. Sodann wird die Spitze des Bayonetts abgebrochen und das Wasser durch luftfreie Kohlensäure verdrängt. Die äusserlich abgetrocknete Röhre, durch welche fortwährend Kohlensäure strömt, wird im Verbrennungsofen bis zum Schmelzen des Bleies erhitzt und wie bei der Dumas'schen Stickstoffbestimmungsmethode die entweichenden Gase über Quecksilber und Kalilauge im Eudiometer aufgefangen.

Die vielen complicirten Operationen dieser Methode machen es begreiflich, dass von acht Versuchen nur zwei ganz zu Ende geführt wurden, bei denen dann nur minimale Mengen Wasserstoff (1 cm^3, beziehungsweise 0·9 cm^3) nachgewiesen werden konnten. In den meisten Fällen platzt die Verbrennungsröhre, bisweilen dringt auch durch Unvorsichtigkeit Sauerstoff in das Waschwasser. Niemals bleibt die Kathode, welche nach der Ladung rein metallisch glänzend war, während des Waschens in diesem Zustande. Sie überzieht sich meist mit einer stumpfen grauen Farbe. Es ist also anzunehmen, dass trotz aller Vorsicht die Platte beim Waschen oxydirt worden ist.

2. Methode.

Dieser Grund veranlasste uns, den zweiten Weg einzuschlagen, welchen wir nach einer von Graham[1] mitgetheilten

[1] Graham, Kraut-Gmelin, Handb. d. anorg. Chemie, 1875, III, 1228.

Beobachtung verfolgten. Da nämlich dieser Forscher bemerkte, dass das Palladium ein viel grösseres Vermögen besitzt, Wasserstoff zu absorbiren, sobald es als Kathode in einem Wasservoltameter dient, als wenn es in einer Wasserstoffatmosphäre erhitzt wird, ist man wohl berechtigt anzunehmen, dass sich ähnliche Verhältnisse auch bei den anderen Metallen vorfinden werden. Dann ist aber auch ferner der Schluss gestattet, dass, sobald Blei beim Erwärmen in einem Wasserstoffstrom dieses Gas aufnimmt, ihm wahrscheinlich auch die Fähigkeit innewohnt, dasselbe in noch höherem Masse bei der Elektrolyse zu occludiren. Wir untersuchten also das Occlusionsvermögen des geschmolzenen Bleies für Wasserstoff.

Der Versuch geschieht in folgender Weise (Fig. 1).[1] Circa 200 *g* Blei werden mit Hilfe eines Rose'schen Metallbades in einer U-Röhre geschmolzen. Diese Röhre hat solche Dimensionen, dass die Oberfläche des flüssigen Metalles den oberen Bug der U-Röhre tangirt, damit in diese Röhre geleiteter Wasserstoff durch das Blei treten muss. Der Wasserstoff wird aus einem Kipp'schen Apparat entwickelt, geht zur vollständigen Reinigung durch starke Natronlauge, eine Röhre mit erhitztem Kupfer, eine Drechsel'sche Waschflasche mit einer Mischung von gleichen Theilen fünfprocentiger Schwefelsäure und einer concentrirten Lösung von Kaliumpermanganat, dann durch drei Trockenthürme, von denen einer Natronbimsstein und die beiden anderen Schwefelsäurebimsstein enthalten, und schliesslich durch ein U-Rohr mit Perlen und Phosphorpentoxyd. Um Explosionen zu verhüten, folgt diesem Reinigungsapparat ein mit Watte und Drahtnetz gefülltes Rohr. Ein Dreiweghahn verbindet dieses mit dem Blei enthaltenden U-Rohr. Nachdem 6—8 Stunden lang Wasserstoff durch das Blei gestrichen ist, wird das Metall so weit abgekühlt, dass es gerade noch flüssig bleibt und der Wasserstoff durch chemisch reinen Stickstoff verdrängt. Dieser Stickstoff

[1] Der in dieser Zeichnung links oben schematisch dargestellte Apparat, zur Entwicklung und Reinigung der Kohlensäure, findet in der vorliegenden Untersuchung keine Anwendung und ist nur deshalb skizzirt, weil dann die Figur gleichzeitig den Apparat veranschaulicht für eine demnächst erscheinende Arbeit von G. Neumann: Das Verhalten des Kupfers und der Edelmetalle zu einigen Gasen und Dämpfen.

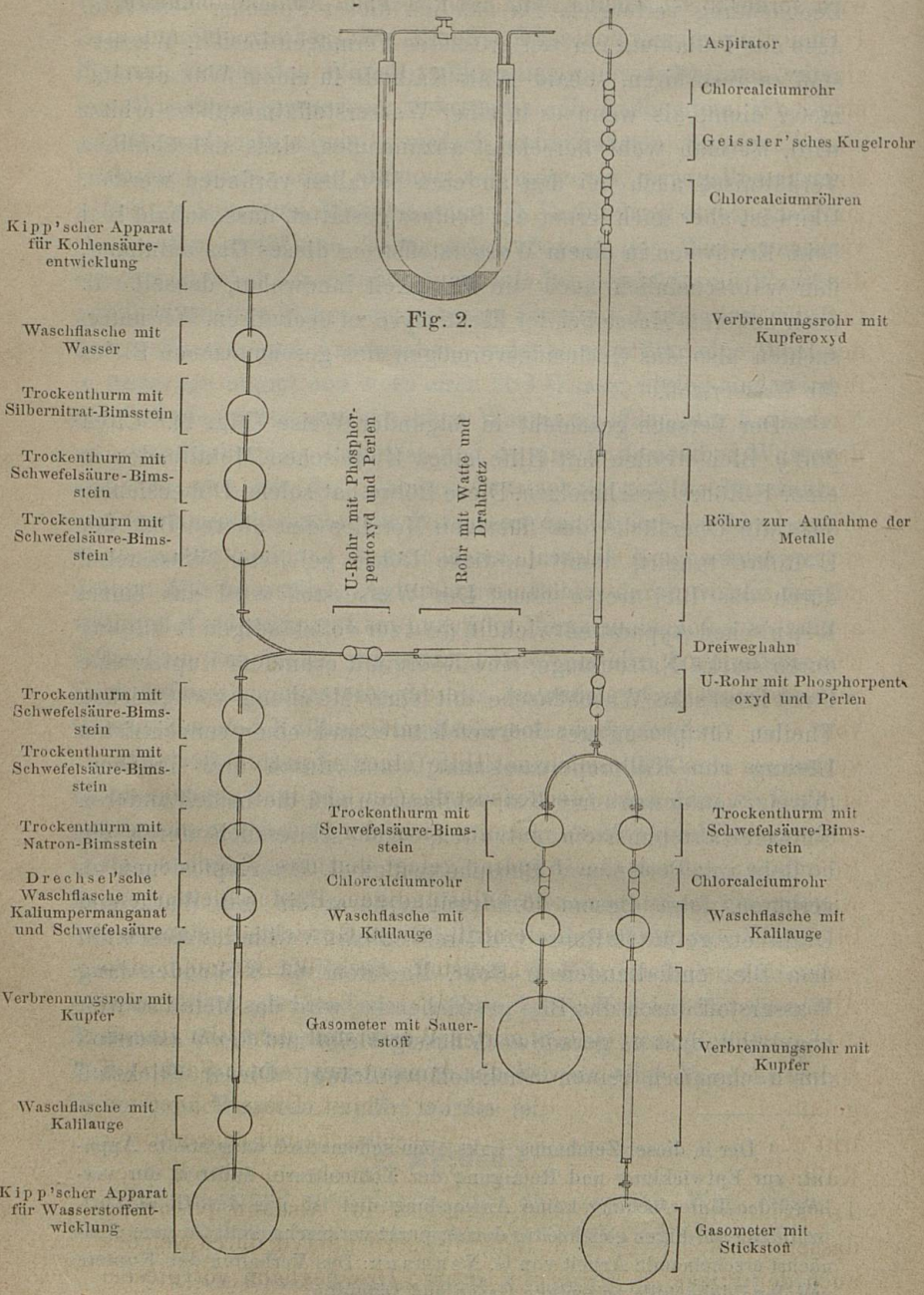

Aspirator
Chlorcalciumrohr
Geissler'sches Kugelrohr
Chlorcalciumröhren
Kipp'scher Apparat für Kohlensäure-entwicklung
Verbrennungsrohr mit Kupferoxyd
Waschflasche mit Wasser
Trockenthurm mit Silbernitrat-Bimsstein
U-Rohr mit Phosphorpentoxyd und Perlen
Rohr mit Watte und Drahtnetz
Trockenthurm mit Schwefelsäure-Bimsstein
Trockenthurm mit Schwefelsäure-Bimsstein
Röhre zur Aufnahme der Metalle
Dreiweghahn
U-Rohr mit Phosphorpentoxyd und Perlen
Trockenthurm mit Schwefelsäure-Bimsstein
Trockenthurm mit Schwefelsäure-Bimsstein
Trockenthurm mit Natron-Bimsstein
Trockenthurm mit Schwefelsäure-Bimsstein
Trockenthurm mit Schwefelsäure-Bimsstein
Drechsel'sche Waschflasche mit Kaliumpermanganat und Schwefelsäure
Chlorcalciumrohr
Chlorcalciumrohr
Waschflasche mit Kalilauge
Waschflasche mit Kalilauge
Verbrennungsrohr mit Kupfer
Gasometer mit Sauerstoff
Verbrennungsrohr mit Kupfer
Waschflasche mit Kalilauge
Kipp'scher Apparat für Wasserstoffentwicklung
Gasometer mit Stickstoff

Fig. 2.

Fig. 1.

wird vorher aus 1 Theil Kaliumnitrit, 1 Theil Ammoniumchlorid, 1 Theil Kaliumbichromat und 3 Theilen Wasser erzeugt und in einem Gasometer bereit gehalten. Zur Reinigung wird er durch eine 3 *dm* lange glühende Kupferschichte geleitet, ferner durch eine Waschflasche mit Kalilauge, ein U-Rohr mit Chlorcalcium, einen Trockenthurm mit Schwefelsäurebimsstein und endlich durch ein U-Rohr mit Perlen und Phosphorpentoxyd, welches mit dem vorher erwähnten Dreiweghahn in Verbindung steht. Vor Beginn des Versuches wird aus diesem Reinigungsapparat sorgfältig alle Luft durch Stickstoff ausgetrieben. Eine entsprechende Drehung des Dreiweghahnschlüssels sperrt die Wasserstoffzufuhr ab und führt augenblicklich Stickstoff in die Blei enthaltende U-Röhre. Nachdem eine halbe Stunde lang ein mässiger Stickstoffstrom das Blei durchflossen hat, wird das U-Rohr an eine mit ausgeglühtem Kupferoxyd chargirte Verbrennungsröhre von circa einem halben Meter Länge geschaltet. Dieser Röhre schliessen sich zwei gewogene Chlorcalciumröhren und als Blasenzähler ein mit concentrirter Schwefelsäure gefüllter Geissler'scher Kugelapparat an. Nachdem das Kupferoxyd im Verbrennungsrohr bis zum Rothglühen erhitzt worden und eine halbe Stunde lang Stickstoff hindurchgeleitet ist, werden die Chlorcalciumröhren von dem Kupferoxydrohr losgelöst, mit einem Trockenapparat verbunden und schliesslich mit Hilfe eines Aspirators der Stickstoff durch Luft ersetzt. Meistens ist das Gewicht der Chlorcalciumröhren constant geblieben. Ist dies nicht der Fall, so werden die Röhren wieder vor den Apparat gelegt und das Wägen so oft wiederholt, bis nach neuem halbstündigem Hindurchleiten von Stickstoff Gewichtsconstanz eintritt. Diese Gewichtsconstanz beweist, dass weder freier Wasserstoff, noch Wasserdampf den Apparat erfüllt.

Um den eventuell occludirten Wasserstoff dem Blei zu entziehen und zu oxydiren, wird der Apparat mit reinem Sauerstoff gefüllt und alsdann das Blei stärker erhitzt. Dieser Sauerstoff tritt aus einem Gasometer in eine Waschflasche mit concentrirter Kalilauge, streicht durch ein Chlorcalciumrohr und durch einen Trockenthurm mit Schwefelsäurebimsstein. Alsdann passirt er dasselbe U-Rohr mit Perlen und Phosphorpentoxyd, durch welches auch der Stickstoff gegangen ist. Ein Dreiweghahn vor diesem

Trockenrohr gestattet willkürlich Stickstoff oder Sauerstoff in den vorgelegten Apparat zu schicken. Nachdem so lange Sauerstoff in das Röhrensystem geleitet worden, bis das Gas mit Hilfe eines glimmenden Strohhalmes am Blasenzähler deutlich nachweisbar ist[1] und nunmehr, ähnlich wie vorher beim Stickstoff angegeben, die Chlorcalciumröhren mit Luft gefüllt worden sind, kann durch Wägen derselben constatirt werden, ob das Blei Wasserstoff aufgenommen und dieser zu Wasser verbrannt worden ist.

Selbstverständlich wurde der ganze Apparat jedesmal vor den Versuchen auf seine Gasdichtigkeit geprüft.

Die Gewichtszunahme der Chlorcalciumröhren betrug nur $0 \cdot 0002\,g$, so dass so gut wie kein Wasserstoff occludirt worden ist.

Da die Möglichkeit vorlag, dass der Stickstoff, der eine Stunde und noch länger durch das flüssige Blei ging, allen occludirten Wasserstoff mitreisst, wurde in folgender Weise verfahren.

In die beiden Schenkel der U-Röhre (Fig. 2) werden zwei doppelt durchbohrte Korke eingefügt. Die Gaszuleitungsröhre wird so lang gewählt, dass sie fast die Bleifläche berührt, die Ableitungsröhre mündet kurz unter dem Stopfen. In der zweiten Durchbohrung steckt ein zweifach rechtwinklig gebogenes Rohr, welches in der Mitte einen Hahn führt. Der Schenkel beim Zuleitungsrohr mündet kurz unter dem Korke, der beim Ableitungsrohr dicht über der Bleimasse. Die Gasreservoire und Reinigungsvorrichtungen behalten ihre alte Form.

Zunächst wird wieder der Apparat auf seine Dichtigkeit geprüft, dann das U-Rohr und das Kupferoxyd erhitzt, indem ein Aspirator durch dieselben Luft saugt, welche mit dem für die Reinigung des Sauerstoffes bestimmten Apparate getrocknet worden ist. Nachdem nun zwischen Aspirator und Kupferoxydrohr die beiden Chlorcalciumröhren eingefügt sind und sie nach halbstündigem Durchleiten von Luft keine Gewichtszunahme erfahren

[1] Der Sauerstoff ist nach $^1/_2$—$^3/_4$ Stunde deutlich zu erkennen, da das Blei nur zum geringsten Theil oxydirt wird und dann das Oxyd den Rest vor weiterer Oxydation schützt. Bei der grossen Begierde des Wasserstoffes im atomen Zustande sich mit Sauerstoff zu verbinden, ist es wohl ausgeschlossen, dass noch unoxydirter Wasserstoff in dem Blei bleibt.

haben, werden durch die vom Kupferoxydrohr losgetrennte Ableitungsröhre 200 *g* Blei in Drahtform in die U-Röhre eingeschoben und gleichzeitig Wasserstoff durch dieselbe geleitet. Das schmelzende Blei erfüllt den Bug der Röhre vollkommen. Wird nun der Hahn der in die Enden der U-Röhre eingefügten Verbindungsröhre geschlossen, so strömt das Gas nur durch das Blei. Nach 6—8stündigen Erhitzen wird dieser Hahn wieder geöffnet, indem gleichzeitig die U-Röhre abgekühlt wird. Ist das Blei erstarrt, so wird der Apparat, wie schon oben beschrieben, mit Stickstoff vom Wasserstoff befreit, durch Überleiten der Gase über glühendes Kupferoxyd und Wägen vorgelegter Chorcalciumröhren controlirt, ob aller Wasserstoff heraus ist und dann Sauerstoff durch das ganze System geschickt, indem wieder das Blei erhitzt, der Verbindungshahn geschlossen und das Gas durch gewogene Chlorcalciumröhren geleitet wird.

Es wurden 0·0022 *g* Wasser aufgefangen, welche 0·00024 *g* oder 2·72 cm^3 Wasserstoff enthalten. Diese Menge auf das Volumen des Metalles (200 *g* vom spec. Gew. 11·37[1] ergeben 17·59 cm^3) berechnet, liefert das 0·15fache Volumen Wasserstoff vom Metalle.

Auch dieser Untersuchungsmodus hat einen Übelstand, der darin liegt, dass in vielen Fällen beim Erkalten des Bleies, nachdem es mit Wasserstoff geschwängert ist, die U-Röhren platzen. Wenn an Stelle der U-Röhre eine gewöhnliche, in der Mitte schwach eingebogene Verbrennungsröhre gewählt und diese nur zum Theil mit Blei erfüllt wird, so platzt die Röhre seltener. Eine derartige Anordnung hat aber den Mangel, dass beim Versuche das Gas nur die Oberfläche des geschmolzenen Metalles bestreicht.

Ein Experiment mit einer solchen Röhre lieferte bei sonst ganz gleichen Manipulationen wie beim vorigen Versuch für 39·94 *g* Blei 0·0003 *g* Wasser, also 0·000034 *g* oder 0·37 cm^3 Wasserstoff. Dieses Quantum berechnet sich auf das 0·11fache Volumen desselben.

---

[1] Landolt und Börnstein, Physikal.-chem. Tabellen, 1883, auch die später angegebenen specifischen Gewichte sind diesem Werke entnommen.

Jedesmal vor Beginn des eigentlichen Versuches wurde ein sogenannter blinder Versuch gemacht, d. h. es wurden alle Operationen in der beschriebenen Weise ohne Metall ausgeführt. Da in diesen Fällen die Chlorcalciumröhren nicht die geringste Änderung ihres Gewichtes erfuhren, so gestatten die Zahlen den Schluss, dass Blei die Fähigkeit besitzt, Wasserstoff zu occludiren. Ein für die Verhältnisse im Secundärelement brauchbares quantitatives Resultat war nach dieser Beobachtungsmethode von vorneherein nicht zu erwarten.

2. Verhalten des Wasserstoffes zu anderen Metallen.

Palladium.

Zunächst wurde Palladiumschwarz untersucht. Das Metall wird durch Reduciren einer warmen Palladiumchloridlösung mit Natriumcarbonat und Traubenzucker erhalten. Es bildet ein grauschwarzes Pulver, welches nach dem Waschen und Ausglühen zur Verwendung kam. Dieses Element nimmt mit grosser Gier Wasserstoff auf, indem sich anfänglich Wasser bildet, dann aber äusserlich keine Reaction bemerkbar ist. Es wurde solange erwärmt bis am Ende der Röhre Wasserstoff deutlich wahrnehmbar auftrat. In die erkaltete Röhre trat nun, wie oben beschrieben, Stickstoff, und nach dem Austreiben sämmtlichen Wasserstoffes unter Erwärmen Sauerstoff ein. Das Palladium wurde schon in der kalten Sauerstoffatmosphäre selbstständig rothglühend unter Bildung von ziemlich viel Wasser. Das in den beiden Chlorcalciumröhren hinter der Kupferoxydschichte aufgefangene Wasser betrug bei 11·15 *g* Palladium mit einem spec. Gew. 11·40, also pro 0·98 cm^3 0·3969 *g* Wasser, welchem 0·0441 *g* oder 492·30 cm^3 Wasserstoff entsprechen, mithin wurde das 502·35fache Volumen des Metalls occludirt.

Die Occlusionsfähigkeit des Palladiums unter verschiedenen Umständen ist schon von Graham[1] und Lisenko[2] beobachtet worden. Nach Graham occludirt Palladiumfolie bei gewöhnlicher Temperatur (19°) 367-, bei 90—97° 643- und bei 245°

[1] Graham und

[2] Lisenko, Kraut-Gmelin, Handb. der anorgan. Chemie, 1875, III, 1228 u. f.

526mal[1] sein eigenes Volumen Wasserstoff, als Schwamm nimmt es bei 200° das 686fache, als geschmolzenes Metall auch bei 200° nur das 68fache seines eigenen Raumes auf. Die Zahlen Graham's beweisen, dass die Occlusionsfähigkeit des Palladiums anfänglich zunimmt, zwischen 97° und 245° ein Maximum erreicht und dann abnimmt. Auch unsere Beobachtung liefert einen Beitrag dafür, dass das Wasserstoffocclusionsvermögen bei höherer Temperatur weiter abnimmt, da dieselbe bei unserem Versuche etwas über 450° betrug.[2]

Platin.

Platin wurde als Schwamm und als Mohr untersucht. Die Reaction ist jener, welche wir am Palladium beobachteten, ziemlich ähnlich. Die Einwirkung des Platinschwammes ist weniger heftig als die von Platinmohr, bei welchem die Vereinigung des occludirten Wasserstoffes und des Sauerstoffes unter Rothglühen des Metalles statt hat. Platinschwamm wurde erhalten durch Glühen vom Ammoniumplatinchlorid, Platinmohr durch Reduciren von Platinchlorid mit Natriumcarbonat und Traubenzucker. Die Resultate bei ein- und derselben Substanz und unmittelbar sich an einander schliessenden Versuchen sind folgende:

9·96 *g* Platinschwamm (spec. Gew. 21·5), also 0·46 cm^3, lieferten Wasserstoff:

1.	0·0111 *g* Wasser mit	0·001233 *g*	oder 13·78 cm^3.
2.	0·0057 *g*	0·00063 *g*	7·07 cm^3.
3.	0·0045 *g*	0·00050 *g*	5·58 cm^3.
4.	0·0024 *g*	0·000267 *g*	2·98 cm^3.

Daraus berechnet sich für einen Cubikcentimeter Platin 29·95, 15·37, 12·13 und 6·48 cm^3 Wasserstoff. 9·24 *g* Platinmohr (spec. Gew. 21·5), also 0·43 cm^3 erzeugten nach der Occlusion 0·0171 *g* Wasser mit 0·0019 *g* oder 21·21 cm^3 Wasserstoff, somit nahm dieses sein 49·30faches Volumen Wasserstoff auf.

---

[1] In Fehling's Handwörterbuch der Chemie, I, 27 steht irrthümlicherweise 546 statt 526.

[2] G. Neumann, Monatshefte für Chemie, XIII, 1892.

Graham hat bei demselben Metall folgende Zahlen gefunden: Es absorbirt bei der Darstellung geschmolzenes Platin bei einstündigem Glühen nur 0·17 Volum., Platinschwammm bei 200° 1·48 Volum., geschmiedetes Platin 2·95 Volum., verarbeitetes, ursprünglich nicht geschmolzenes Platin 3·83—5·53 Volum. und Platinfolie bei 100° 0·76 Volum., bei 230° 1·45 Volum.

Diese Resultate sind bei Weitem niedriger als die unserigen; es mag diess daran liegen, dass wir unter bedeutend günstigeren Bedingungen arbeiteten als jener Forscher. Ferner machte Graham bei seinen Untersuchungen einen ähnlichen Fehler wie Cantor und Strecker, indem er bisweilen den Wasserstoff durch Luft aus den Apparaten verdrängt, in welchen sich die Metalle mit dem occludirten Wasserstoff befinden, und dann erst evacuirt, also auch wahrscheinlich den grössten Theil des Gases vor dem eigentlichen Nachweis oxydirt.

Gold.

Gold occludirt verhältnissmässig viel Wasserstoff. Es wird aus Aurichlorid mit Oxalsäure in fein vertheilter Form gefällt, mit heissem Wasser vollständig ausgewaschen und geglüht. Die Einwirkung des Sauerstoffes auf den occludirten Wasserstoff ist nicht besonders stark. 3·64 *g* Metall (spec. Gew. 19·32), also 0·19 cm^3 absorbiren 0·00079 *g* oder 8·80 cm^3 Wasserstoff, was sich aus der aufgefangenen, 0·0071 *g* schweren Menge Wasser berechnet, demnach das 46·32fache des eigenen Volumens. Es wurde noch ein zweiter Versuch mit einer grösseren Menge gleich bereiteten Goldes angestellt. 9·76 *g* Gold, also 0·505 cm^3 lieferten bei der auf die Occlusion folgenden Verbrennung im Sauerstoffstrom 0·0152 *g* Wasser, d. h. 0·00169 *g* oder 18·84 cm^3 Wasserstoff, mithin 37·31 cm^3 pro Cubikcentimeter Metall.

Auch bei diesem Metall findet Graham bedeutend weniger Gas occludirt, nämlich nur 0·48 Volum. Dieses Resultat ist in ähnlicher Weise zu erklären, wie es beim Platin geschehen. Ausserdem ist noch zu berücksichtigen, dass Graham Gold von sogenannten Probirrollen verwendete, also ein wesentlich dichteres Material als das unserige, gebrauchte.

Silber.

Silber in sehr fein vertheiltem Zustande occludirt keinen Wasserstoff. Die für den Versuch angewendeten 23·12 *g* oder 2·19 *cm*³ Metall wurden aus Silbernitrat durch Fällen mit Natriumformiat erhalten, gut gewaschen und ausgeglüht. Solches Silber ist grauweiss und bildet nach dem Versuch eine zusammenhängende poröse Masse von rein weisser Farbe.

Trotz Wiederholung des Versuches haben wir keinen Wasserstoff nachweisen können, was um so merkwürdiger ist, als Graham angibt, Silberdraht occludire das 0·211fache und gefrittetes, also dem von uns untersuchten ähnliches Silber das 0·907fache Volumen Wasserstoff. Thoma[1] spricht dem Silber das Vermögen, Wasserstoff zu occludiren, ab. Diese mit unserer Beobachtung übereinstimmende Behauptung kann jedoch nicht von Werth sein, da Thoma die gleiche Behauptung von Gold und Kupfer aufstellt, von zwei Metallen, bei denen wir und eine Reihe Anderer mit Sicherheit das Occlusionsvermögen für Wasserstoff nachgewiesen haben.

Kupfer.

Kupfer hat nämlich nach unseren Beobachtungen die Fähigkeit, das circa $4^1/_2$fache Volumen Wasserstoff zu absorbiren. Die Untersuchung geschah mit Kupfer, welches durch Reduciren von solchem reinen Kupferoxyd im Wasserstoffstrom entsteht, wie es zur organischen Elementaranalyse angewendet wird. Für den einen Versuch wurden 36·45 *g*, für den anderen 35·70 *g* Kupferoxyd reducirt. Diesen entsprechen 28·99 *g* und 28·50 *g* Kupfer. Nimmt man das specifische Gewicht mit 8·92 an, so sind 3·25 und 3·19 *cm*³ in Anwendung gekommen. Der von dieser Menge aufgenommene Wasserstoff erzeugte bei der Verbrennung 0·0126 *g* und 0·0123 *g* Wasser, also 0·0014 *g*, 0·00137 *g* oder 15·63 und 15·25 *cm*³ Wasserstoff. Diesen Zahlen entsprechen die 4·81- und die 4·78fache Menge Gas vom Kupfer.

Graham findet, dass reducirter Kupferschwamm 0·6 Volum. und Kupferdraht 0·306 Volum. Wasserstoff absorbirt. Nach

[1] M. Thoma, Zeitschr. für physikal. Chemie, 1889, III, 93.

Melsens,[1] dessen Abhandlung uns nicht zu Gebote stand, nehmen 240 *g* Kupfer ungefähr 0·007 *g* Wasserstoff auf, am besten wenn Kupferoxyd bei niedriger Temperatur reducirt wird. 240 *g* Kupfer (spec. Gew. 8·92) sind 26·9 cm^3 und 0·007 *g* Wasserstoff sind 78·14 cm^3, mithin fand Melsens das 2·90fache Volumen des angewendeten Metalles. Diese Angabe stimmt zu der unserigen besser als zu derjenigen Graham's.

Aluminium.

Bei der Untersuchung des Aluminiums auf seine Occlusionscapacität für Wasserstoff wurde käufliches Metall in Blechform verwendet. Dasselbe wurde mit feinem Schmirgelpapier blank geputzt und zusammengerollt in die betreffende Glasröhre gebracht. Nach dem Erhitzen im Sauerstoffstrom war es nicht ganz, aber doch stark oxydirt. Es occludirt nur wenig Wasserstoff, denn 18·12 *g* vom spec. Gew. 2·60, mithin 6·97 cm^3 erzeugten 0·0153 *g* Wasser oder 0·0017, d. i. 18·98 cm^3 Wasserstoff oder das 2·72fache Volumen des angewandten Metalles.

Eisen.

Eisen hat ein bedeutend grösseres Aufsaugungsvermögen für Wasserstoff. In Anwendung kam Ferr. reduct. puriss. Ph. G. ed. II (von Trommsdorff), welches längere Zeit im Wasserstoffstrom geglüht worden war. Beim Überleiten von Sauerstoff über das mit Wasserstoff beladene Metall tritt deutlich Erwärmung auf. Die beiden Versuche, deren Resultate hier folgen, sind mit derselben Probe ausgeführt worden. 1.) 11·93 *g* (spec. Gew. 7·89) oder 1·52 cm^3 Metall liefern 0·0235 *g* Wasser, das sind 0·0026 *g* oder 29·14 cm^3 Wasserstoff oder das 19·17fache Volumen vom Metall. 2.) Dieselbe Menge Eisen gab 0·0115 *g* Wasser ab, wovon 0·00126 *g* Wasserstoff sind, d. h. 14·26 cm^3 oder das 9·38fache Volumen.

Es ist schon mehrfach beobachtet worden, dass Eisen Wasserstoff occludirt, so z. B. von Thoma, welcher dieses Gas im elektrolytisch gefällten Element nachwies, ferner von Graham, der einen mit Lauge gewaschenen dünnen Eisendraht im Wasser-

[1] Melsens, Ann. chim. et phys., III série, vol. VIII, 205.

stoff rothglühend machte und dann daraus 0·46 Volumina Gas wieder gewann. Also auch diese Angabe Graham's steht wesentlich hinter unseren Resultaten zurück.

Nickel.

Nun schien es interessant, mit dem Apparate zu beobachten, wie sich Nickel verhält, welches sonst in seinen Eigenschaften zwischen Kupfer und Eisen steht. Wenn man die Maximalzahlen berücksichtigt, die hier nur von Belang sind, so erscheint auch Nickel in Bezug auf seine Wasserstoffabsorption zwischen den beiden genannten Metallen.

Es liefern nämlich 10·70 *g* Nickel (spec. Gew. 8·90) oder 1·20 cm^3: 1.) 0·0163 *g* Wasser oder 0·001815 *g*, entsprechend 20·22 cm^3 Wasserstoff, d. h. das 16·85fache Volumen vom Metall; 2.) 0·0170 *g* Wasser mit 0·00189 *g* oder 21·09 cm^3, also das 17·57fache Volumen des Elementes. Das verwendete Metall wurde in der Weise dargestellt, dass reines Nickeloxalat im Sauerstoffstrom vollständig verbrannt, mit Wasserstoff reducirt nochmal theilweise oxydirt und schliesslich endgiltig reducirt wurde. Beim Leiten von Sauerstoff durch die erkaltete, Nickel und Wasserstoff enthaltende Röhre tritt merkliche Erwärmung auf.

Auch bei Nickel sind schon Versuche über die Absorptionscapacität für Wasserstoff gemacht. Es gibt nämlich Raoult[1] an, dass käufliches, sehr poröses Würfelnickel, sowie reines poröses Nickel, als Elektrode im Voltameter angewendet, sich reichlich mit Wasserstoff belade und unter Wasser getaucht das 165fache des eigenen Volumens entwickle. Thoma[2] hat theils Occlusion beobachtet, theils nicht. Da seine Bemerkung über diesen Gegenstand etwas unklar ist, citiren wir sie wörtlich: „Ebenso zeigten sich andere Metalle, wie Gold....., und als rein bezogener Nickeldraht (mit 0·25% Mg) in dieser Hinsicht indifferent, während Nickelblech und dicker Nickeldraht, wie man sie im Handel bezieht, sowie Aluminium ein ähnliches Verhalten wie das Eisen ergaben."

---

[1] Raoult, Jahresb., 1869, 272.

[2] M. Thoma, Zeitschr. für physikal. Chemie, 1889, III, 93.

Kobalt.

Naturgemäss schloss sich an die Untersuchung von Nickel die von Kobalt an. Das Metall ist aus käuflichem Sulfat dargestellt worden, welches in Kobaltkaliumnitrit, dann in Kobaltsesquioxyd und schliesslich durch Glühen im Wasserstoffstrom in das Metall verwandelt wurde. 6·59 *g* (spec. Gew. 8·60) oder 0·77 cm^3 sind zweimal mit Wasserstoff beladen und untersucht worden. Sie gaben unerwartet hohe Zahlen, denn bei der Verbrennung wurden 0·095 *g* und 0·037 *g* Wasser erhalten. Dies berechnet sich auf 0·01056 *g* oder 117·81 cm^3 Wasserstoff, also das 153fache Volumen und auf 0·00411 *g* oder 45·67 cm^3, d. i. das 59·31fache Volumen vom Metall. Die Einwirkung des Sauerstoffes auf den occludirten Wasserstoff geschah schon in der nicht erhitzten Röhre unter lebhaftem Erglühen.

Der Übersichtlichkeit wegen haben wir die Resultate tabellarisch zusammengefasst.

Metall	Gewicht in Gramm	Spec. Gewicht [1]	Volumen in Cubikcentimeter	Gefundene Menge Wasser in Gramm	Berechnete Menge Wasserstoff in Cubikcentimeter	Absorbirter Wasserstoff pro Volumeneinheit
Blei	200	11·37	17·59	0·0022	2·72	0·15
„	39·94	11·37	3·51	0·0003	0·37	0·11
Palladium	11·15	11·40	0·98	0·3969	492·30	502·35
Platinschwamm	9·96	21·50	0·46	0·0111	13·78	29·95
„	9·96	21·50	0·46	0·0057	7·07	15·37
„	9·96	21·50	0·46	0·0045	5·58	12·13
„	9·96	21·50	0·46	0·0024	2·98	6·48
Platinmohr	9·24	21·50	0·43	0·0171	21·21	49·30
Gold	3·64	19·32	0·19	0·0071	8·80	46·32
„	9·76	19·32	0·505	0·0152	18·84	37·31

[1] Landolt und Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen, 1883.

REGISTER.

REGISTER.

Autoren-Register.

B.

Bach, R.: Molekulargrösse des Quercetins. 173.
Bamberger, Max: Zur Kenntniss der Überwallungsharze. 441.
— und Rudolf **Benedikt,** siehe Benedikt und Bamberger.
Benedikt, Rudolf und Max **Bamberger:** Über die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf schwefelhaltige Substanzen. 1.
Brauner, Bohuslav: Volumetrische Bestimmung des Tellurs, eine massanalytische Studie, II. Theil. 29.

E.

Eder, Josef Maria: Neue Banden und Linien im Emissionsspectrum der Ammoniak-Oxygen-Flamme. 86.
Egger, Leo und Guido **Goldschmiedt,** siehe Goldschmiedt und Egger.
Emich, F.: Über die Biguanide. 5.
— Notizen über das Guanidin. 23.
Exner, Franz: Elektrochemische Untersuchungen. (I. Mittheilung.) 276.

F.

Fleissner, F. und Ed. **Lippmann,** siehe Lippmann und Fleissner.
Formanek, Emanuel, siehe J. Horbaczewski.
Fränkel, Sigmund und Richard **Kerry,** siehe Kerry und Fränkel.

G.

Garzarolli Edler v. **Thurnlackh,** Carl: Über die γ-Trichlor-β-oxybuttersäure und eine neue Synthese der Äpfelsäure. 556.
v. **Georgievics,** G.: Oxydationsversuche in der Chinolinreihe. 304.
— Über das Verhalten des Tricalciumphosphats gegen Kohlensäure und Eisenhydroxyd. 566.
Glücksmann, C.: Zur Kenntniss der β-Trimethyläthylidenmilchsäure. 356.
Goldschmiedt, Guido: Zur Kenntniss der Opiansäure. 474.
— und Leo **Egger:** Über die Einwirkung von Cyankalium auf Opiansäureäthylester. 49.

Goldschmiedt, Guido und R. **Jahoda:** Über die Reactionsproducte von Benzylamin und Glycolchlorhydrin. 81.

— — Über die in den Blumenblättern von *Gentiana verna* enthaltenen Substanzen. 479.

H.

Haitinger, Ludwig: Über die Emissionsspectra des Neodym- und Praseodymoxydes und über neodymhaltende Leuchtsteine. (Vorläufige Mittheilung.) 362.

Haubner, Gustav: Einwirkung der schwefeligen Säure auf Crotonaldehyd. 541.

v. **Hemmelmayr,** Franz: Über die Methylenderivate des Harnstoffes und Thioharnstoffes. 89.

— Über die Oxydation der Natriumalkoholate durch den Sauerstoff der Luft. 151.

— Über eine neue aus dem Pyridin erhaltene Base. 533.

Herzig, J.: Zur Kenntniss des Euxanthons. 161.

— Studien über Quercetin und seine Derivate. (VI. Abhandlung.) 172.

— Studien über Quercetin und seine Derivate. (VII. Abhandlung.) 177.

Hockauf, J.: Krystallform der Hydrokaffeesäure. 451.

Horbaczewski, J.: Beiträge zur Kenntniss der Harnsäure und der Xanthinbasen, sowie der Entstehung der Leucocytosen im Säugethierorganismus. (Nach Versuchen, die zum Theile von den Herren Sadowenj, Mrazek und Formanek ausgeführt wurden.) 221.

J.

Jahoda, R. und Guido **Goldschmiedt,** siehe Goldschmiedt und Jahoda.

K.

Kachler, J.: Über trockene Destillation von Silbersalzen organischer Säuren. Mitgetheilt von Ad. Lieben. 338.

Kerry, Richard und Sigmund **Fränkel:** Über die Einwirkung der Bacillen des malignen Ödems auf Kohlehydrate und Milchsäure. (II. Mittheilung.) 350.

Klauber, Alfred: Über die Eigenschaften des α-Metaxylylhydrazins und seine Einwirkung auf Acetessigester. 211.

Koller, Gustav: Über einige Derivate des Paraphenylbenzophenons. 501.

v. **Kostanecki,** St.: Über das Gentisin. 205.

— und E. **Schmidt:** Über das Gentisin. (II. Mittheilung.) 318.

Kramer, E.: Bacterien aus Guanidinlösungen. 28.

Krasser, Fridolin: Botanische Untersuchung des Harzes von *Doona zeylanica* Thw. 99.

— Untersuchung der Überwallungsharze von Schwarzföhre und Fichte. 442.

Fig. 2.

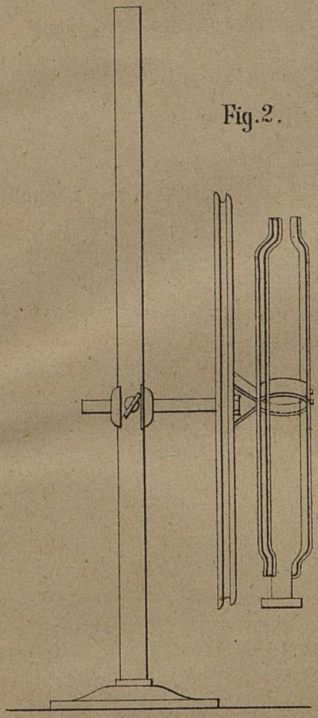


Fig. 3.

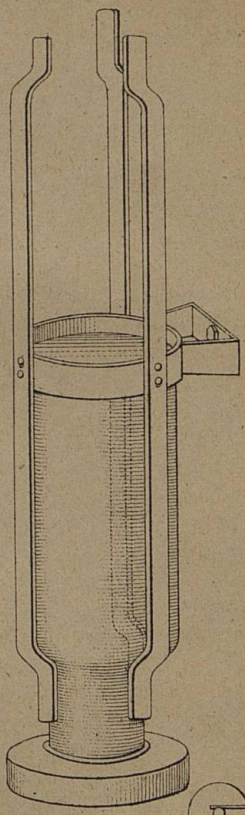
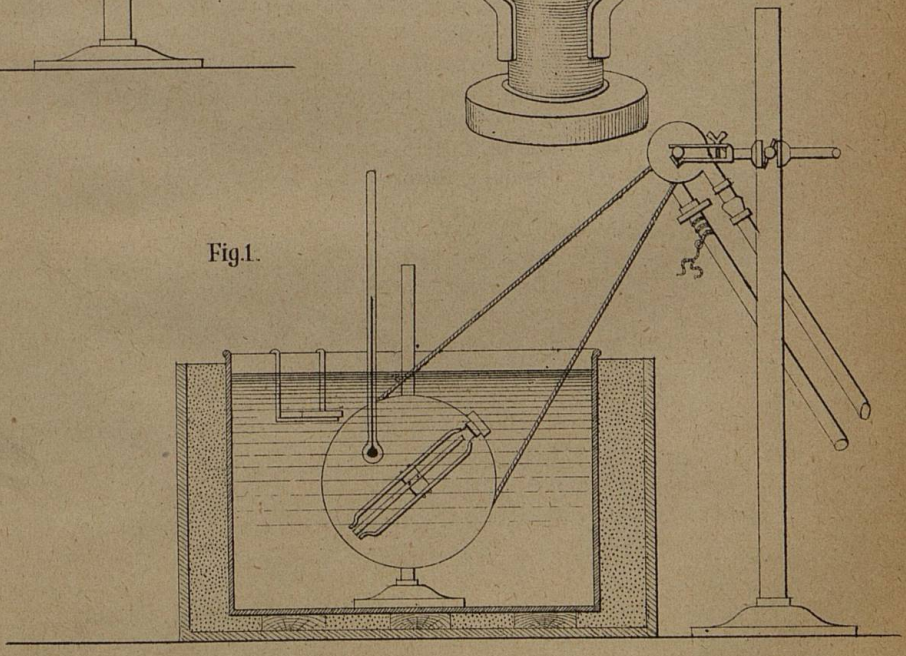


Fig. 1.



Lith. Anstalt v. J. Barth Wien, Fünfhaus.

Fig. 2.

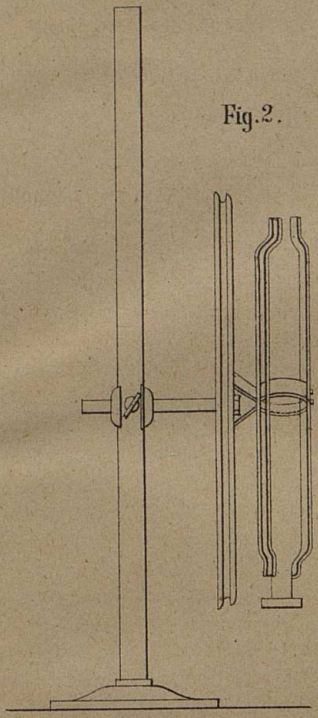


Fig. 3.

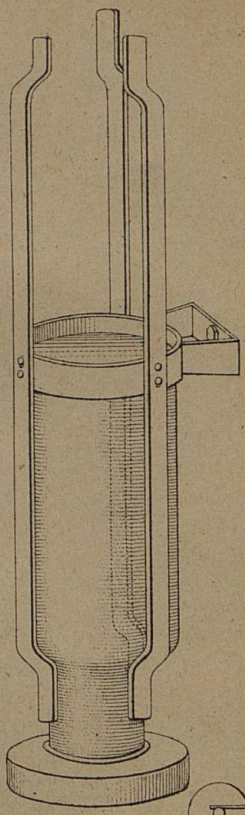
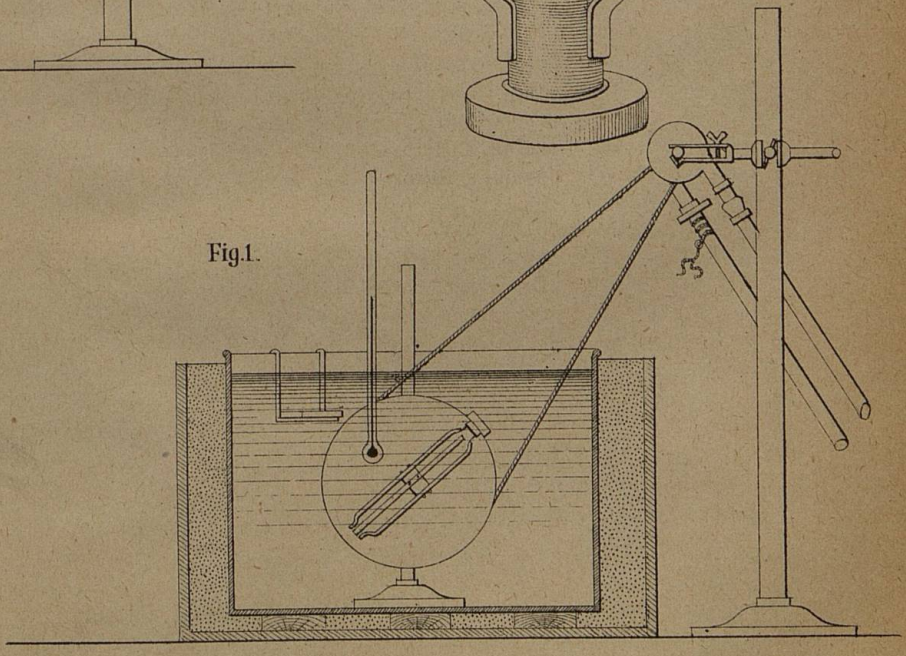


Fig. 1.



Lith. Anstalt v. J. Barth Wien, Fünfhaus.